

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ**  
**BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**

---

---

*Əlyazması hüququnda*

**NAİLƏ MƏMMƏD qızı CƏFƏROVA**

**MALEİN ANHİDRİDİ ƏSASINDA SORBENTLƏR**  
**VASİTƏSİLƏ Pb(II), Co(II), Fe(III), Ni(II) VƏ Cu(II)**  
**İONLARININ ABİOTİK VƏ BİOTİK OBYEKTLDƏRƏN**  
**SORBSİYASI VƏ TƏYİNİ**

2301.01 – Analitik kimya

Kimya üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi  
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

**A V T O R E F E R A T I**

**B A K İ – 2018**

Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin Ekoloji kimya kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

**Elmi rəhbərlər** – kimya üzrə elmlər doktoru, professor  
**Sevinc Rafiq qızı Hacıyeva,**  
– kimya üzrə elmlər doktoru, dosent  
**Sura Şura qızı Məmmədova**

**Rəsmi opponentlər:** – kimya üzrə elmlər doktoru  
**Əli Zal oğlu Zalov,**  
– kimya üzrə elmlər doktoru, professor  
**Qayıbverdi Bəşir oğlu İskəndərov**

**Aparıcı təşkilat:** AMEA-nın Kataliz və qeyri-üzvi kimya  
İnstitutunun Analitik kimya laboratoriyası

Müdafiə "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2018-ci il saat \_\_\_-da Bakı Dövlət  
Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən D 02.011 Dissertasiya Şurasının  
iclasında keçiriləcəkdir.

*Ünvan:* Az 1148, Bakı ş., Z. Xəlilov küç., 23

Dissertasiya ilə Bakı Dövlət Universitetinin Elmi kitabxanasında tanış  
olmaq olar.

Avtoreferat "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2018-ci ildə göndərilmişdir.

**D 02.011 Dissertasiya Şurasının  
elmi katibi, kimya üzrə elmlər  
doktoru, professor**

**İ. Q. Məmmədov**

## İŞİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

**Mövzunun aktuallığı.** Ayırma və qatılaşıdırmanın sorbsion metodları mineral xammalların və texnogen tullantıların emalında, həmçinin analitik praktikada bir sıra təyinat metodikalarının lazımı həssaslıq və seçiciliyini təmin etmək üçün geniş istifadə olunur. Xelatəmələgətirici polimer sorbentlərin tətbiqi ilə sorbsion analitik sistemlər son dərəcə perspektivli hesab olunur. Sintetik polimer sorbentlərdən istifadə etməklə yaradılan sorbsion analitik sistemlər haqqında ədəbiyyat məlumatlarında bir sıra ümumi qanunauyğunluqların olmasına baxmayaraq hər bir konkret halda optimal nəticəyə nail olmaq üçün sistemli tədqiqat aparmaq lazımdır. Belə ki, heterogen sistemdə (sorbent-maye faza) tarazlığın yaranması bir sıra amillərdən asılıdır və kifayət qədər mürəkkəb xarakterə malikdir.

Ətraf mühitin çirklənmə dərəcəsini tədqiq etmək, qida məhsullarının keyfiyyətini qiymətləndirmək, bioloji obyektlərdə ağır metal ionlarının kiçik miqdarlarının təyini hazırda aktual məsələdir. Analiz olunan obyektlərin mürəkkəb tərkibə malik olması, maneəçici matrisa fonunda təyin olunan mikrokomponentin miqdarının çox kiçik olması analizi çətinləşdirir, bəzi hallarda isə etibarlı analiz nəticələrinin alınmasını qeyri-mümkün edir. Bu problemin perspektivli həlli yollarından biri ilkin sorbsion qatılaşıdırma mərhələsinin daxil olduğu kombinə olunmuş analiz metodlarının işlənilib hazırlanmasıdır. Belə metodların tətbiqi zamanı nümunənin həcmi azaltmaq (bu canlı orqanizmlərin orqan və toxumalarının analizində çox vacibdir), təyin olunma sərhədini aşağı salmaq, fon makrokomponentlərinin təsirini tamamilə kənarlaşdırmaq və ya əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq və nəticədə analizin təkrarlılığını və həssaslığını artırmaq, nümunənin analizə hazırlanma müddətini azaltmaq mümkündür.

Elementlərin mikromiqdarlarının təyini zamanı həssaslığı artırmaq üçün seçici qatılaşıdırma və ayırmada tərkibində xelatəmələgətirici funksional analitik qruplar saxlayan sintetik polimer sorbentlərin sorbsiya xassələrinin tədqiqi və analitik tətbiqi aktual məsələdir.

Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin ekologiya və torpaqşünaslıq fakültəsinin «Ekoloji kimya» kafedrasının apardığı elmi işlərinə müvafiq olaraq yerinə yetirilmişdir.

**Tədqiqatın məqsədi.** Yeni qatılaşıdırma üsullarının işlənməsi və alınmış təcrübə nəticələrinə əsasən müxtəlif biotik və abiotik obyektlərdə ağır metal

ionlarının mikro miqdarlarının qatılaşıdırılaraq təyini.

Qarşıya qoyulmuş məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı məsələlər həll edilmişdir:

- funksional analitik qrupların təbiətinin ağır metal ionlarının sorbsiyasının analitik parametrlərinə təsirinin müqayisəli öyrənilməsi;
- real obyektlərdə ağır metal ionlarının ayrılması, qatılaşıdırılması və təyini üçün optimal sorbsion sistemlərin seçilmə prinsiplərinin öyrənilməsi;
- biotik və abiotik obyektlərdə ağır metal ionlarının sorbsion-fotometrik və atom-absorbsion təyinat metodikalarının işlənilməsi

**İşin elmi yeniliyi.** Tərkibində xelatəmələgətirici qruplar saxlayan polimer sorbentlər sintez edilmişdir. Alınmış sorbentlərlə Cu(II), Pb(II), Co(II), Ni(II), Fe(III) ionlarının mikromiqdarlarının sorbsiyası sistematik tədqiq edilmiş və hər bir «element-sorbent» sistemi üçün sorbsiyanın optimal şəraiti və prosesin analitik xarakteristikaları müəyyən edilmişdir: sorbsiya dərəcəsinin maksimum olduğu pH intervalı; optimal kontakt müddəti; sorbentlərin tədqiq olunan metal ionlarına qarşı maksimum sorbsiya tutumu; sorbent fazada əmələ gələn komplekslərin davamlılıq sabitləri; optimal elyuentin seçilməsi və onun verilmə sürəti; konkret obyektlərin analizi zamanı qatılaşıdırma dərəcəsi müəyyən edilmişdir. Ağır metal ionlarının müxtəlif biotik və abiotik obyektlərdə qatılaşıdırılaraq atom-absorbsion analiz metodu ilə təyinat metodikaları işlənilib hazırlanmışdır.

**Praktik əhəmiyyəti.** Ağır metal ionlarının biotik və abiotik obyektlərdə qatılaşıdırılaraq sorbsion-fotometrik və atom-absorbsion analiz metodu ilə təyinat metodikaları işlənilib hazırlanmışdır. İşlənilmiş metodikaları digər təbii və sənaye obyektlərinə də tətbiq etmək olar.

**İşin aprobasiyası.** Dissertasiya işinin materialları aşağıdakı konfranslarda məruzə və müzakirə edilmişdir: Analitik kimya və Ekologiya üzrə beynəlxalq elmi konfrans (Alma-Ata, 2010), Ümumrusiya elmi «Sintez və kompleksəmələgəlmənin uğurları» konfransının materialları (Moskva, 2011), Ümumi və tətbiqi kimyadan XIX Mendeleyev qurultayı (Volqoqrad, 2011), Y.Məmmədəliyev adına neft kimya üzrə VIII beynəlxalq konfrans (Bakı, 2012), H.Əliyevin 105 illiyinə həsr olunmuş «Təbiət və cəmiyyətin problemləri» (Bakı, 2012), Ümummillî lider H.Əliyevin anadan olmasının 90 illik yubileyinə həsr olunmuş «XXI əsrdə ekologiya və torpaqsünaslıq elmlərinin aktual problemləri» mövzusunda Respublika Elmi Konfrans (Bakı, 2013), International conference «Environmental changes conservation

of plant diversity» (Bakı, 2013), Ümummilli lider H.Əliyevin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş «Ekoloji problemlər və ekoloji təhsil» mövzusunda Respublika elmi konfransı (Bakı, 2013), Ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 91 illik yubileyinə həsr olunmuş III Respublika Elmi Konfransı (Bakı, 2014), Ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 91-ci ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların «Kimyanın aktual problemləri» III Respublika Elmi Konfransı (Bakı, 2014), III Ümumrusiya elmi «Sintez və kompleksəmələgəlmənin uğurları» konfransının materialları (Moskva, 2014), VI Gənclər konfransı (Moskva, 2014), VI Gənclər konfransı (Moskva, 2014), «Mendeleev-2014» VIII Ümumrusiya elmi konfransının materialları (Sankt-Peterburq, 2014), Bakı Dövlət Universitetinin 95 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi konfrans (Bakı, 2014), Ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 92 illik yubileyinə həsr olunmuş IV Respublika Elmi Konfrans (Bakı, 2015), «Analitik kimya kafedrasının 80 illik yubileyinə həsr olunmuş «Koordinasion birləşmələr kimyası» VI Respublika Elmi Konfrans (Bakı, 2016), Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 93 illiyinə həsr olunmuş «XXI əsrdə Ekologiya və Torpaqsünaslıq elmlərinin aktual problemləri» V Respublika elmi konfrans (Bakı, 2016), akademik H.Əliyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş «Ekologiya: Təbiət və cəmiyyətin problemləri» III Beynəlxalq elmi konfrans (Bakı, 2017).

**Nəşr edilmə.** Dissertasiyanın mövzusunə aid 12 məqalə, 19 tezis nəşr edilmişdir.

**Dissertasiyanın quruluşu və həcmi.** Dissertasiya giriş, I-V fəsil, nəticələr və istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından (139) ibarət olmaqla 147 kompüter səhifəsindən ibarətdir. Aparılmış tədqiqatların nəticələri 30 şəkil və 52 cədvəldə verilmişdir.

## **İŞİN QISA MƏZMUNU**

### **SORBENTLƏRİN SİNTEZİ, İDENTİFİKASIYASI VƏ ONLARIN FİZİKİ-KİMYƏVİ SABİTLƏRİNİN TƏYİNİ**

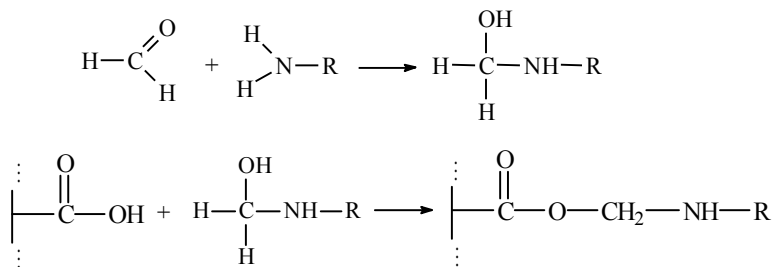
#### **Malein anhidridi-vinil asetat sopolimeri əsaslı sorbentlərin sintezi**

Malein anhidridinin vinil asetat (VA) ilə radikal sopolomerləşməsi 80 °C-də benzol məhlulunda 2 saat müddətində aparılmışdır. «Kimyəvi təmiz» markalı monomer və həlledici polimerləşmədən əvvəl təmizlənmiş, quru-

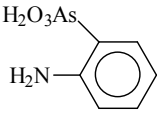
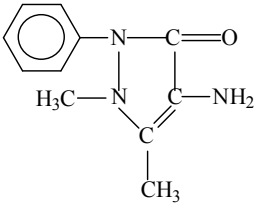
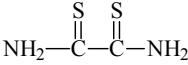
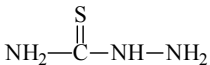
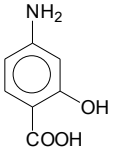
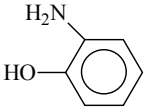
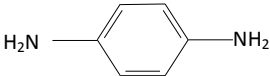
dulmuş və qovulmuşdur. Bu maddələrin fiziki-kimyəvi göstəriciləri ədəbiyyatdakı göstəricilərə uyğun gəlir. Sopolimerləşmənin inisiatoru etanolda kristallaşdırılmış azobisizobutironitrildir. Alınan sopolimerlər benzol və di-etil efiri ilə yuyulmuş və sabit çəkiyə gələnə qədər 50°C temperaturda vakuum quruducu şkafda saxlanılmışdır. Sopolimerlərin çıxımı 95-98 %-dir. Malein anhidridi və vinil asetat sopolimeri parafenilen diamin ilə asetonada 50°C temperaturda tikilməklə həll olmayan sorbent alınmışdır. Malein anhidridi-VA-parafenilendiaminin kimyəvi modifikasiyası paraaminosalisil turşusu (PASAT) ilə alınmışdır. Bunun üçün kimyəvi modifikasiya 60°C temperaturda 6-8 saat ərzində dimetilformamid məhlulunda aparılmışdır. Alınan məhsul reaksiyaya girməyən modifikatordan tam ayırmaq üçün su ilə yuyulmuşdur. Sorbent sabit çəkiyə qədər vakuumda qurudulmuşdur.

**Malein anhidridi-stirol sopolimeri əsaslı sorbentlərin sintezi.** Malein anhidridinin (k. t.) stirolla (k. t.) radikal sopolimerləşməsi benzol məhlulunda, su hamamında (75-80°C) 140 dəq. ərzində aparılmışdır. İnisiator kimi etanolda yenidən kristallaşdırılmış azobisizobutironitrildən (AİBN) istifadə edilmişdir. Alınmış sopolimer benzolla yuyularaq 50°C-də quruducu şkafda sabit çəkiyə qədər qurudulmuşdur. Sopolimerin çıxımı 95 – 97% təşkil edir. Ədəbiyyatdan məlumdur ki, malein anhidridi stirolla 1:1 (mol nisbəti) tərkibli, xətti quruluşlu növbəli sopolimer əmələ gətirir. Alınmış sopolimerin üzərinə formaldehid və müvafiq aminin (cədvəl 1) hesablanmış miqdarı əlavə edilir. Reaksiya qum hamamında, fasiləsiz qarışdırılmaqla aparılır. Reaksiya sulu mühitdə aparıldığından sopolimerin tərkibində olan anhidrid qrupları hidrolizə uğrayır.

Sistemdə formaldehid və aminin qarşılıqlı təsirindən davamsız karbonilamin alınır. Alınmış karbonilamin makromolekullarda olan karboksil qrupları ilə qarşılıqlı təsirdə olur və götürülmüş amin fraqmenti makromolekula daxil olur. Baş verən reaksiyaları sxematik olaraq aşağıdakı kimi göstərmək olar.



**Cədvəl 1.** Sorbent zvenolarına daxil edilmiş fraqmentlər

<b>Şərti işarə</b>	<b>Fraqment</b>	<b>Reaksiyanın aparılma müddəti, saat</b>
M <sub>1</sub> -ortoaminoarsenat fraqmentli sorbent		6-8
M <sub>2</sub> -4 aminoantipirin fraqmentli sorbent		6-8
M <sub>3</sub> -ditiokarbamid fraqmentli sorbent		10-12
M <sub>4</sub> -tiokarbamid fraqmentli sorbent		6-8
M <sub>5</sub> (V <sub>1</sub> )-paraaminosalisil fraqmentli sorbent		9-10
M <sub>6</sub> -ortoamino fenol fraqmentli sorbent		8-10
V <sub>2</sub> -parafenil diamin fraqmentli sorbent		4-5

**Qeyd.** *M* – malein anhidridi-stirol sopolimeri əsaslı matrisa; *V* – malein anhidridi-stirol-vinil asetat sopolimeri əsaslı matrisa

Sorbentlərin identifikasiyası İQ-spektroskopiya metodu ilə aparılmışdır.

## Alınmış sorbentlərin kalium ionuna görə tam statik sorbsiya tutumunun təyini

Xelatəmələgətirici sorbentlərin sorbsiya xassələrinin xarakteristikası üçün digər iondəyişdiricilərdə olduğu kimi tam statik sorbsiya tutumundan istifadə olunur. Sorbentin sorbsiya tutumu polimer sorbentin təkibində olan kimyəvi aktiv qrupların miqdarı ilə təyin olunur və verilmiş metal ionu üçün optimal şəraitdə həmin sorbentlə məhluldan metal ionunun maksimum miqdarının ayrılma bilməsini xarakterizə edir. Xelatəmələgətirici sorbentlər adətən tərkibində metallarla xelat tsiklləri əmələ gətirən qruplarla yanaşı digər ionogen qruplar saxlayır. Buna görə də sorbentin tam statik sorbsiya tutumu, sorbsiya qabiliyyətli funksional qrupların miqdarından asılıdır. Polimer sorbentin sorbsiya xassəsi polimerin vahid kütləsinə (və ya həcminə) düşən funksional qrupların miqdarı ilə təyin olunur. Həmçinin, sorbsiya prosesinin selektivliyinə funksional qrupların turşu-əsas xassələri müəyyən dərəcədə təsir edir. Cədvəl 2-də sorbentlərin  $K^+$ -ionuna görə tam statik sorbsiya tutumları verilmişdir.

**Cədvəl 2.** Malein anhidridi-stirol sopolimeri əsasında alınmış sorbentlərin  $K^+$  - ionuna görə tam statik sorbsiya tutumları

Sorbent	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_4$	$M_5$	$M_6$
$TSST_K^+$ , mmol/q	2,4	2,6	2,8	3,0	7,6	3,8

## Sorbentlərin potensiometrlik titrlənməsi və ionlaşma sabitlərinin təyini

Xelatəmələgətirici sorbentlər çox vaxt mürəkkəb kimyəvi quruluşa malik olurlar. Xelatəmələgətirici qruplardan başqa onların tərkibində digər kimyəvi aktiv qruplar da olur. Bunlar turşu və ya əsasi xarakterli ola bilər. Əksər xelatəmələgətirici sorbentlər poliamfolit hesab olunur.

Xelatəmələgətirici sorbentlərin turşu-əsas xassələri onların vacib xarakteristikasıdır. Xelatəmələgətirici sorbentlərin sorbsiya xassələri sorbent fəzada olan bütün ionogen qrupların vəziyyətindən asılıdır.

Polimer sorbentlərin turşu-əsas xassələrini müəyyən etmək üçün potensiometrlik titrləmə metodu geniş tətbiq olunur. Bu metod polimer sorbentdə hər hansı qrupların mövcudluğunu, bir sıra hallarda isə onların qatılığını,



ionogen qrupların ionlaşma sabitlərinin qiymətini hesablamağa və sorbentin tam sorbsiya tutumunu təyin etməyə imkan verir.

Sorbentlərin potensiomtrik titrlənməsi ayrı-ayrı çəkilər metodu ilə aparılmışdır. Məlumdur ki, ion qüvvəsinin aşağı qiymətlərində polimer matrisada olan funksional aktiv qrupların bir-biri ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində titrləmə əyrisində sıçrayış sahəsi qeyri-dəqiq olur və ya ümumiyyətlə olmur. Buna görə də alınmış sorbentlərin potensiomtrik titrlənməsi indifferent elektrolit – KCl məhlulu fonunda ion qüvvəsinin  $\mu = 1$  mol/l qiymətində aparılmışdır.

Alınmış təcrübi nəticələr əsasında pH-titrantın həcmi ( $V_{\text{KOH}}$ , ml) koordinatlarında potensiomtrik titrləmə əyrisi qurulur. Ekvivalent nöqtəsini dəqiq təyin etmək üçün  $\frac{\Delta pH}{\Delta V_{\text{KOH}}} - V_{\text{KOH}}$  koordinatlarında diferensial titrləmə əyrisi qurulur.

Diferensial titrləmə əyrisindən istifadə etməklə sorbent fazada olan müxtəlif növ ionogen qrupların tam ionlaşması üçün lazım olan qələvinin miqdarı hesablanmışdır. Hər bir ionogen qrupun tam titrlənməsinə sərf olunan qələvinin miqdarını bildikdən sonra ayrı-ayrı qruplar üçün ionlaşma dərəcəsinin ( $\alpha$ ) qiyməti titrləməyə sərf olunan qələvinin miqdarının sorbentin götürülmüş kütləsində olan funksional qrupun ümumi miqdarına olan nisbəti kimi hesablanmışdır.  $\alpha$ -nın hesablanmış qiymətindən və onlara uyğun gələn pH-ın qiymətindən istifadə etməklə  $\text{pH} = f(\lg \alpha / 1 - \alpha)$  koordinatlarında qrafiki asılılıq qurmaqla ionogen qrupların ionlaşma sabitlərinin qiyməti qrafiki təyin edilmişdir. Təcrübə göstərir ki, sorbentlərin ionlaşma sabitlərinin qiymətləri (cədvəl 3) bir-birindən ciddi fərqlənmişdir. Bu, polimer sorbentlərin tərkibində olan və pK ilə xarakterizə olunan ionogen qrupların eyni təbiətli olduğunu göstərir.

**Cədvəl 3.** Sorbentlərin ionlaşma sabitlərinin qiymətləri

Sorbent	pK <sub>1(graf.)</sub>	Titrlənən qrup	pK <sub>2(graf.)</sub>	Titrlənən qrup
M <sub>1</sub>	4,07	COOH <sup>-</sup>	8,53	NH <sub>2</sub> <sup>+</sup>
M <sub>2</sub>	3,99	COOH <sup>-</sup>	8,39	NH <sub>2</sub> <sup>+</sup>
M <sub>3</sub>	3,87	COOH <sup>-</sup>	8,31	NH <sub>2</sub> <sup>+</sup>
M <sub>4</sub>	3,88	COOH <sup>-</sup>	8,25	NH <sub>2</sub> <sup>+</sup>
M <sub>5</sub>	4,40	COOH <sup>-</sup>	7,60	NH <sub>2</sub> <sup>+</sup>
M <sub>6</sub>	3,73	COOH <sup>-</sup>	8,14	NH <sub>2</sub> <sup>+</sup>

Sorbentlərin protolitik xassələrinə ( $pK_1$ ,  $pK_2$ ) əsasən əvvəlcədən proqnozlaşdırmaq olar ki, bu sorbentlər həm turş, həm də zəif əsasi mühitdə daha yüksək sorbsiya xassələrinə malik olacaq.

## **SİNTEZ EDİLMİŞ SORBENTLƏRLƏ AĞIR METAL İONLARININ SORBSİYA VƏ DESORBSİYA TARAZLIĞININ TƏDQIQI**

Alınmış sorbentlərin ağır metal ionlarının müxtəlif təbii və sənaye obyektlərində təyində və qatılaştırılmasında tətbiqi məqsədlə göstərilən metal ionlarının alınmış yeni sorbentlərlə sorbsiya və desorbsiya tarazlığı tədqiq edilərək qatılaştırmanın optimal şəraiti müəyyən edilmişdir.

### **Ağır metal ionlarının sorbsiya prosesinə mühitin turşuluğunun təsiri**

Metal ionlarının sorbentlərlə kompleksmələgəlmə reaksiyası tarazlığına təsir edən mühüm amillərdən biri maye fazada hidrogen ionlarının qatılığıdır. Bu onunla şərtlənir ki, elementlərin ayrılması, qatılaştırılması və təyini üçün tətbiq olunan əksər üzvi reagentlər və xelatəmələgətirici polimer sorbentlər zəif turşu xassəli birləşmələrdir. Yəni, pH-dan asılı olaraq makromolekullarda ionlaşmış və ionlaşmamış funksional qrupların miqdar nisbəti dəyişir. Həmçinin, pH-ın qiymətindən asılı olaraq metal ionlarının məhlulda vəziyyəti müxtəlif olur. Beləliklə, hər bir konkret halda metal ionunun sorbent tərəfindən sorbsiyası maye fazanın pH-nın qiymətinin müəyyən intervalında maksimumdan keçir.

### **Sorbentlərin ayrı-ayrı elementlərə görə sorbsiya tutumlarının təyini**

Sorbentin sorbsiya tutumu (ST) sorbentin verilmiş kütləsi ilə optimal şəraitdə müəyyən həcmli model məhluldan metal ionunun maksimum sorbsiya oluna bilən miqdarını xarakterizə edir.

Hər bir «element-sorbent» sistemi üçün sorbsiya tutumu təcrübi yolla təyin edilmişdir. Bunun üçün optimal şəraitdə sorbsiya təcrübəsi qoyulmuş və aşağıdakı ifadə ilə sorbentin sorbsiya tutumu hesablanır:

$$ST = \frac{c_o - c_{tar.}}{V_{m.f.} \cdot m_{sorb.}}; \text{ (mmol/q) və ya } ST = \frac{m_{ud.}}{m_{sorb.}} \cdot 1000; \text{ (mq/q)}$$

burada,  $c_o$  və  $c_{tar.}$  – uyğun olaraq metalın maye fazada başlanğıc və tarazlıq qatılığı,  $M$ ;  $V_{m.f.}$  – maye fazanın həcmi, l;  $m_{sorb.}$  – götürülmüş sorbentın kütləsi, q;  $m_{ud.}$  – sorbentın tərkibinə keçmiş metal ionunun kütləsidir, mq.

### Sorbsiya prosesinin zamandan asılılığı

Statik şəraitdə optimal pH mühitində, ion qüvvəsinin sabit qiymətində sorbsiya təcrübəsi qoyulmuş və müxtəlif zaman fasilələrində maye fazadan alikvot hissə götürülərək məhlulda metal ionunun qatılığı təyin edilmişdir. Təcrübə göstərir ki, malein anhidridi-stirol sopolimeri əsasında alınmış sorbentlərlə sorbsiya tarazlığı tez yaranır (cədvəl 4).

**Cədvəl 4.** Cu(II) ionunun sorbentlərlə sorbsiya təcrübələrinin əsas göstəriciləri

Sorbent	ST, mq/q	Sorb. dərəc. %	pH <sub>opt.</sub>	μ*, mol/l	Zaman, saat	lgK
M <sub>1</sub>	144	93	5	0.2	1	10.42±0.05
M <sub>2</sub>	237	91	8	0.4	2	8.67±0.03
M <sub>3</sub>	254	95	6	0.2	3	7.11±0.05
M <sub>4</sub>	462	90	5	0.2	1	7.03±0.04
M <sub>5</sub>	269	94	8	0.2	2	9.41±0.06
M <sub>6</sub>	229	96	8	0.4	2	8.18±0.07

**Qeyd:** \* – ion qüvvəsinin sorbsiya dərəcəsinin ciddi azalmasına səbəb olan qiyməti

**Sorbsiya prosesinə məhlulun ion qüvvəsinin təsiri.** Məhlulun ion qüvvəsinin qiyməti artdıqca tədqiq olunan metal ionunun sorbsiya dərəcəsi azalır. Yəqin ki, bu makromolekullarda olan ionogen qrupların və tədqiq olunan metal ionunun ion əhatəsinin artması nəticəsində (ekranlaşma effekti) kompleksmələgəlmənin (həmçinin, iondəyişmənin) ehtimalının azalması ilə əlaqədardır. Bu ehtimalın azalmasının konkret olaraq məhlulun ion qüvvəsinin hansı qiymətindən başladığını müəyyən etmək üçün tutum və forması eyni olan müxtəlif qablarda, optimal pH mühitində sorbsiya

təcrübələri qoyulmuşdur. Tarazlıq halında metal ionunun qatılığı sorbsion-fotometrik və ya atom-absorbsion analiz metodu ilə müəyyən edilmişdir (dərəcəli qrafikə əsasən). Müəyyən edilmişdir ki, ayrı-ayrı sistemlər üçün maye fazada ion qüvvəsinin qiymətinin 0,6-1,0 mol/l qiymətinə qədər artması sorbsiya dərəcəsinin ciddi azalmasına səbəb olmur (cədvəl 4).

### **Cu(II) ionlarının sorbsiyasının optimal şəraitinin tədqiqi**

Sintez edilmiş sorbentlər məlum metodika ilə H-formaya keçirilmiş və Cu(II) ionlarının sorbsiya prosesinə müxtəlif amillərin (maye fazanın pH-ı, ion qüvvəsi, tam sorbsiya tarazlığının yaranması üçün lazım olan vaxt, metalın qatılığı) təsiri öyrənilərək qatılaşıdırmanın optimal şəraiti müəyyən edilmişdir. Sorbsiya təcrübələri statik şəraitdə aparılmışdır. Alınmış nəticələr cədvəl 4-də verilmişdir.

Metal ionunun qatılığı artdıqca sorbentlərin sorbsiya tutumu artır və metal ionunun qatılığının müəyyən qiymətindən sonra sorbentin sorbsiya tutumu sabitləşir. Bu makromolekullarda olan reaksiya qabiliyyətli funksional qrupların metal ionları ilə tam tutulması ilə əlaqədardır.

### **Ni(II) ionlarının sorbsiyasının optimal şəraitinin tədqiqi**

Sintez edilmiş sorbentlər məlum metodika ilə H-formaya keçirilmiş və Cu(II) ionlarının sorbsiya prosesinə müxtəlif amillərin (maye fazanın pH-ı, ion qüvvəsi, tam sorbsiya tarazlığının yaranması üçün lazım olan vaxt, metalın qatılığı) təsiri öyrənilərək qatılaşıdırmanın optimal şəraiti müəyyən edilmişdir. Sorbsiya təcrübələri statik şəraitdə aparılmışdır. Alınmış nəticələr cədvəl 5-də verilmişdir.

**Cədvəl 5.** Ni(II) ionunun sorbentlərlə sorbsiya təcrübələrinin əsas göstəriciləri

Sorbent	ST, mq/q	Sorb. dərəcə. %	pH <sub>opt.</sub>	μ*, mol/l	Zaman, saat	lgK
M <sub>3</sub>	772	95	7	0.6	3	8,01±0,05
M <sub>4</sub>	556	92	7	0.6	2	8,13±0,02

**Qeyd:** \* – ion qüvvəsinin sorbsiya dərəcəsinin ciddi azalmasına səbəb olan qiyməti

## Fe(III) ionlarının sorbsiyasının optimal şəraitinin tədqiqi

Sintez edilmiş sorbent məlum metodika ilə H-formaya keçirilmiş və Fe(II) ionlarının sorbsiya prosesinə müxtəlif amillərin (maye fazanın pH-1, ion qüvvəsi, tam sorbsiya tarazlığının yaranması üçün lazım olan vaxt, metalın qatılığı) təsiri öyrənilərək qatılaşıdırmanın optimal şəraiti müəyyən edilmişdir. Sorbsiya təcrübələri statik şəraitdə aparılmışdır. Alınmış nəticələr cədvəl 6-da verilmişdir.

**Cədvəl 6.** Fe(III) ionunun sorbentlərlə sorbsiya təcrübələrinin əsas göstəriciləri

Sorbent	ST, mq/q	Sorb. dərəc. %	pH <sub>opt.</sub>	μ*, mol/l	Zaman, saat	lgK
M <sub>3</sub>	268	92	5	0.4	3	7,16±0,08
M <sub>6</sub>	234	90	4	0.4	3	9,85±0,01

**Qeyd:** \* – ion qüvvəsinin sorbsiya dərəcəsinin ciddi azalmasına səbəb olan qiyməti

Tədqiq olunan bütün sistemlərdə məhlulun ion qüvvəsinin qiymətinin 0.4 mol/l-ə qədər artması sorbsiya prosesinə ciddi təsir etmir. İon qüvvəsinin qiymətinin sonrakı artımı sorbsiya dərəcəsinin tədricən azalmasına səbəb olur.

## Co(II) ionlarının sorbsiyasının optimal şəraitinin tədqiqi

Sintez edilmiş sorbentlər məlum metodika ilə H-formaya keçirilmiş və Co(II) ionunun sorbsiya prosesinə müxtəlif amillərin (maye fazanın pH-1, ion qüvvəsi, tam sorbsiya tarazlığının yaranması üçün lazım olan vaxt, metalın qatılığı) təsiri öyrənilərək qatılaşıdırmanın optimal şəraiti müəyyən edilmişdir. Sorbsiya təcrübələri statik şəraitdə aparılmışdır. Alınmış nəticələr cədvəl 7-də verilmişdir.

**Cədvəl 7.** Co(II) ionunun sorbentlərlə sorbsiya təcrübələrinin əsas göstəriciləri

Sorbent	ST, mq/q	Sorb. dərəc. %	pH <sub>opt.</sub>	μ*, mol/l	Zaman, saat	lgK
M <sub>3</sub>	71	95	6	1.0	2	7,13±0,02
M <sub>4</sub>	226	89	6	1.0	2	6,44±0,02

**Qeyd:** \* – ion qüvvəsinin sorbsiya dərəcəsinin ciddi azalmasına səbəb olan qiyməti

## Pb(II) ionlarının sorbsiyasının optimal şəraitinin tədqiqi

Sintez edilmiş sorbentlər məlum metodika ilə H-formaya keçirilmiş və Pb(II) ionlarının sorbsiya prosesinə müxtəlif amillərin (maye fazanın pH-ı, ion qüvvəsi, tam sorbsiya tarazlığının yaranması üçün lazım olan vaxt, metalın qatılığı) təsiri öyrənilərək qatılaşıdırmanın optimal şəraiti müəyyən edilmişdir. Sorbsiya təcrübələri statik şəraitdə aparılmışdır. Alınmış nəticələr cədvəl 8-də verilmişdir.

**Cədvəl 8.** Pb(II) ionunun sorbentlərlə sorbsiya təcrübələrinin əsas göstəriciləri

Sorbent	ST, mq/q	Sorb. dərəc. %	pH <sub>opt.</sub>	μ*, mol/l	Zaman, saat	lgK
M <sub>3</sub>	270	94	8	0,4	3	7,45±0,08
M <sub>4</sub>	575	97	8	0,4	3	9,73±0,01

**Qeyd:** \* – ion qüvvəsinin sorbsiya dərəcəsinin ciddi azalmasına səbəb olan qiyməti

Tədqiq olunan bütün sistemlərdə məhlulun ion qüvvəsinin qiymətinin 0.4 mol/l-ə qədər artması sorbsiya prosesinə ciddi təsir etmir. İon qüvvəsinin qiymətinin sonrakı artımı sorbsiya dərəcəsinin tədricən azalmasına səbəb olur.

## Udulmuş metal ionlarının polimer sorbentlərdən desorbsiyasının öyrənilməsi

Əvvəlcə eyni qatılıqlı müxtəlif turşuların (HClO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, HCl) desorbsiya prosesinə təsiri öyrənilmişdir. Təcrübə göstərir ki, bütün hallarda HClO<sub>4</sub>-ün desorbsiya etmək qabiliyyəti daha yüksəkdir.

Ağır metal ionlarının alınmış sorbentlərlə statik şəraitdə sorbsiya və desorbsiya tarazlıqlarının optimal şəraiti müəyyən edildikdən sonra tədqiq edilən metal ionlarının sorbsiya və desorbsiya tarazlıqları dinamik şəraitdə tədqiq edilmişdir. Belə ki, elementlərin analitik təyini zamanı əsasən dinamik şəraitdə (minikalonkada) qatılaşıdırmadan istifadə olunur. Dinamik şəraitdə ağır metal ionlarının alınmış sorbentlərlə sorbsiya və desorbsiya tarazlığına elyuentin qatılığının, nümunənin və elyuentin verilmə sürətinin, nümunənin həcmnin, matrisa komponentlərinin təsiri öyrənilərək qatılaş-

dırmanın optimal şəraiti müəyyən edilmişdir.

### **Ağır metal ionlarının abiotik və biotik obyektlərdə qatılaşdırılaraq təyini metodikalarının işlənməsi**

Abiotik tədqiqat obyekti olaraq su, torpaq, dağ süxuru nümunələri götürülmüşdür. Tədqiq olunan ionların mikromiqdarları göstərilən obyektlərdə, yəni Cu(II) ionu iki sorbentlə dəniz suyunda, tullantı suyunda, çay suyunda, vulkan mənşəli süxurlarda, torpaqda, gübrələrdə, Pb(II) ionu üçün trapp dağ süxurunda, neftlə çirklənmiş torpaqda, Co(II) ionu üçün dəniz suyunda, dəniz suyunda, Fe(III) ionu üçün tullantı suyunda, neftlə çirklənmiş torpaqda, Co(II), Ni(II) ionları üçün isə Balaxanı tullantı poliqonu torpağında qatılaşdırılaraq atom-absorbsion effektiv təyini metodikaları işlənməmişdir. Biotik obyektlərdən qanda Fe(III), Ni(II), Co(II) ionları qatılaşdırılaraq atom-absorbsion effektiv təyinat metodikaları işlənilib hazırlanmışdır. Göstərilən obyektlərdə təyin olunan metal ionların analizi zamanı təyinat metodikaları nəticələrin düzgünlüyünü təmin edir. İşlənməmiş metodikaların düzgünlüyü əlavə etmə metodu ilə təsdiq edilmişdir.

## **NƏTİCƏLƏR**

1. Ətraf mühit obyektlərinin analizi zamanı mis(II), qurğuşun(II), kobalt(II), nikel(II) və dəmir(III) ionlarının qatılaşdırılması üçün müxtəlif polimer matrisalar əsasında alınmış xelatəmələgətirici sorbentlərin və iondəyişdiricilərin tətbiqi haqqında olan ədəbiyyat məlumatları ümumiləşdirilmişdir. Mürəkkəb kimyəvi tərkibli ətraf mühit obyektlərinin analizi zamanı mis(II), qurğuşun(II), kobalt(II), nikel(II) və dəmir(III) ionlarının ayrılması və qatılaşdırılması üçün yeni xelatəmələgətirici polimer sorbentlərin alınması, sorbsiya xassələrinin tədqiqi və analitik tətbiqinin aktuallığı əsaslandırılmışdır.

2. Malein anhidridi-stirol sopolimeri əsasında mis(II), qurğuşun(II), kobalt(II), nikel(II) və dəmir(III) ionlarının qatılaşdırılması üçün altı xelatəmələgətirici polimer sorbent alınmışdır. İQ-spektroskopiya və potensio-metrik titrləmə metodları ilə alınmış sorbentlərin tərkibi, quruluşu və fiziki-kimyəvi xarakteristikaları təyin edilmişdir.

3. Xelatəmələgətirici sorbentlərlə mis(II), qurğuşun(II), kobalt(II),

nikel(II) və dəmir(III) ionlarının optimal sorbsiya və desorbsiya şəraitləri müəyyən edilmişdir. Göstərilmişdir ki, malein anhidridi-stirol sopolimeri əsasında alınmış sorbentlər pH-ın kiçik qiymətlərində aşağı sorbsiya tutumu, zəif turş və neytral mühitdə isə yüksək sorbsiya tutumu ilə xarakterizə olunurlar. Müəyyən edilmişdir ki, ədəbiyyatdan məlum bir çox sorbentlərlə müqayisədə alınmış sorbentlərin mis(II), qurğuşun(II), kobalt(II), nikel(II) və dəmir(III) ionlarına qarşı sorbsiya tutumları yüksəkdir.

4. Uduşmuş metal ionları müxtəlif turşularla desorbsiya edilir. Turşunun qatılığı artdıqca desorbsiya dərəcəsi artır. Perxlorat turşusu daha yaxşı desorbsiya qabiliyyətinə malikdir. Göstərilmişdir ki, alınmış sorbentlər bir neçə (6-8 tsikl) «sorbsiya-desorbsiya» tsiklindən sonra sorbsiya xassələrini itirmir.

5. Mis(II), qurğuşun(II), kobalt(II), nikel(II) və dəmir(III) ionlarının biotik (su, torpaq) və abiotik (böyrək, qan) obyektlərdə qatılaşdırılaraq yeni, effektiv atom-absorbsion təyini metodikaları işlənmişdir. Təyinat metodikasası sadədir, yaxşı təkrarlıqla xarakterizə olunur, real obyektlərin analizi zamanı nəticələrin düzgünlüyünü təmin edir, bu əlavə etmə metodu ilə təsdiq edilmişdir.

### **Dissertasiyanın nəticələri aşağıdakı işlərdə ifadə edilmişdir**

1. Hacıyeva S.R., Cəfərova N.M., Bəhmənova F.N., Həmidov S.Z., Məmmədova S.Ş., Nikelin xelatəmələgətirici sorbentlə qatılaşdırılması // Azərbaycan kimya jurnalı, 2010, №4, s.186-188.

2. Mamedova S.Sh., Gadjeva S.R., Jafarova N.M., Khanlarov T.G., Akhundova N.A Polymeric sorbents for treating of water from heavy metals / III международный симпозиум по сорбции и экстракции, Казахстан, 2010, с. 306-309.

3. Гаджиева С.Р., Джафарова Н.М., Гамидов С.З., Мамедова С.Ш., Чырагов Ф.М., Хелатообразующий сорбент для концентрирования и разделения ионов Cu(II) / Всероссийская научная конференция (с международным участием): «Успехи синтеза и комплексообразования», Москва, 2011 г, с. 358.

4. Магеррамов А.М., Гаджиева С.Р., Джафарова Н.М., Гамидов С.З., Бахманова Ф.Н., Мамедова С.Ш., Чырагов Ф.М. Концентрирова-



ние меди(II) хелатообразующим сорбентом // XIX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, 2011 г, Волгоград, т. 4, с. 482.

5. Mamedova S.Sh., Gadjeva S.R., Jafarova N.M., Rafiyeva H.L., Agali A.E. Using polymeric sorbents for treating of industrial water / Tətbiqi ekologiyanın problemləri 1-ci Respublika elmi konfrans, Bakı, 2011, s. 174-176.

6. Джафарова Н.М., Сорбционно-фотометрическое определение Cu(II) сорбентом на основе малеинового ангидрида со стиролом, модифицированного о-аминоарсенатом // Elmi əsərlər, Fundamental elmlər, Bakı, 2012, N4, с. XI (44), s. 148-151.

7. Циннадзе Г.В., Гаджиева С.Р., Джафарова Н.М., Гамидов С.З., Бахманова Ф.Н, Тусиашвили Т.Н, Болквадзе Н.Т. Концентрирование меди(II) хелатообразующим сорбентом с фрагментами тиосемикарбазида в анализе сточных вод // Грузинский химический журнал, 2012, №2, с. 141-143.

8. Maharramov A.M., Hajieva S.R., Jafarova N.M., Bahmanova F.N., Gamidov S.Z., Mamedova S.Sh., Chiragov F.M., Sorbtion extraction and concentration of heavy metal ions / VIII Бакинской международной Мамадалиевской конференций по нефтехимии, Баку, 2012, с. 332.

9. Гаджиева С.Р., Джафарова Н.М., Гамидов С.З., Бахманова Ф.Н., Чырагов Ф.М., Сорбционное определение кобальта хелатообразующем сорбенте на основе полибутадиена // Экология и промышленность России, 2012, с. 36-37.

10. Гаджиева С.Р., Джафарова Н.М., Гамидов С.З., Бахманова Ф.Н., Чырагов Ф.М, Концентрирование железа (III) хелатообразующим сорбентом в анализе сточных вод // Всероссийский журнал научных публикаций, 2012, №3(13), с. 4-6.

11. Nəsiyeva S.R., Səfərova N.M., Məmmədova S.Ş. Tibbi tullantıların ekoloji problemləri / Akademik Həsən Əliyevin 105 illik yubileyinə həsr olunmuş «Ekologiya: Təbiət və cəmiyyət problemləri» II Beynəlxalq elmi konfransı. Bakı, 2012, s. 31-32.

12. Mamedova S.Sh., Jafarova N.M., Gadjeva S.R. Treating of water from Fe<sup>3+</sup> ions with polymeric sorbents / Ümumimilli lider H.Əliyev 90 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika elmi konfrans, Bakı, 2013, s. 133-134.

13. Mamedova S.Sh., Jafarova N.M., Gadjeva S.R. Clearning of water

from  $\text{Fe}^{3+}$  ions with polymeric sorbent / «Ətraf mühit dəyişməsi və bitki müxtəlifliyinin qorunması» beynəlxalq konfrans, Bakı, 2013, s. 53.

14. Hacıyeva S.R., Jafarova N.M., Bahmanova F.N., Məmmədova S.Ş. Xelatəmələgətirici polimer sorbentlə qatılaşdırılaraq misin Xəzər dənizi suyunda ümumi tərkibinin təyini / Ümummilli lider H.Əliyevin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika elmi konfrans, Bakı, 2013, s. 53.

15. Гаджиева С.Р., Джафарова Н.М., Назарова Г.Г., Эминов Г.О. Сорбционное извлечение и концентрирование ионов тяжелых металлов на хелатообразующих сорбентах // Sumqayıt Dövlət Universiteti, Elmi xəbərlər jurnalı, təbiət və texniki elmlər bölməsi, 2014, c.14, №2, s. 23-27.

16. Гаджиева С.Р., Джафарова Н.М., Бахманова Ф.Н., Мамедова С.Ш., Чырагов Ф.М. Применение полимерного сорбента для очистки воды загрязненной ионами свинца / VI Молодежная конференция, Москва, 2014, с. 126-127.

17. Гаджиева С.Р., Джафарова Н.М., Бахманова Ф.Н., Мамедова С.Ш., Чырагов Ф.М. Сорбционное определение свинца хелатообразующим сорбенте на основе малеинового ангидрида со стриолом / Экология и промышленность России, 2014, с. 52-53.

18. Гаджиева С.Р., Джафарова Н.М., Бахманова Ф.Н., Мамедова С.Ш., Чырагов Ф.М., Сорбционно-фотометрическое определение  $\text{Cu(II)}$  сорбентом на основе сополимера малеинового ангидрида со стриолом, модифицированного  $p$ -аминосалициловой кислотой / «Менделеев-2014» VIII Всероссийская конференция с международным участием молодых ученых по химии Санкт-Петербург, 2014, с. 271-272.

19. Гаджиева С.Р., Джафарова Н.М., Бахманова Ф.Н., Мамедова С.Ш., Чырагов Ф.М. Сорбция ионов меди (II) хелатообразующим сорбентом из морской воды / Третья Всероссийская научная конференция (с международным участием) «Успехи синтеза и комплексобразования» Конференция посвящена 55-летию РУДН, Москва, 2014, с. 88.

20. Hacıyeva S.R., Səfərova N.M., Vəhmənova F.N., Çıraqov F.M., Məmmədova S.Ş., Nikelin xelatəmələgətirici sorbentlə ayrılıb qatılaşdırılması / Ümumimillli lider H.Əliyevin 91 illik yubileyinə həsr olunmuş «XXI əsrdə ekologiya və torpaqşünaslıq elmlərinin aktual problemləri» III Respublika elmi konfransı, Bakı, 2014, s. 35-36.

21. Гаджиева С.Р., Джафарова Н.М., Бахманова Ф.Н., Мамедова

С.Ш., Чырагов Ф.М. Сорбционное определение кобальта(II) хелатообразующем сорбенте / Ümummilli lider H.Əliyevin 91 illik yubileyinə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların «Kimyanın aktual problemləri» VIII Respublika elmi konfrans, Bakı, 2014, s. 11.

22. Mamedova S.Sh., Gadjieva S.R., Jafarova N.M., Bahmanova F.N., Çyragov F.M. Preliminary concentration of Cu(II) on polymer sorbent chelatoforming and determination by flame atomic absorption spectrometry // Science and world, International scientific journal, Volgograd, 2014, №2 (6), s. 90-93.

23. Hacıyeva S.R., Cəfərova N.M., Bəhmənova F.N., Çıraqov F.M., Məmmədova S.Ş. Dəmirin (III) tullantı sularından xelatəmələgətirici sorbentlə qatılaşıdırılaraq ayrılması / Bakı Dövlət Universitetinin 95 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi konfrans Bakı, 2014, s. 156-157.

24. Hacıyeva S.R., Cəfərova N.M., Əliyeva T.İ. Bioloji obyekt olan qanda Ni(II) in qatılaşıdırılaraq təyini / Ümummilli lider H.Əliyevin 92 illik yubileyinə həsr olunmuş «XXI əsrdə ekologiya və torpaqşünaslıq elmlərinin aktual problemləri» IV Respublika elmi konfrans, Bakı, 2015, s. 26.

25. Hacıyeva S.R., Cəfərova N.M., Əliyeva T.İ. Qanda Co(II)-in qatılaşıdırılaraq təyini / Ümummilli lider H.Əliyevin 92 illik yubileyinə həsr olunmuş «XXI əsrdə ekologiya və torpaqşünaslıq elmlərinin aktual problemləri» IV Respublika elmi konfransı, Bakı, 2015, s. 35.

26. Hacıyeva S.R., Cəfərova N.M., Əliyeva T.İ. Qanda Fe(III)-in qatılaşıdırılaraq təyini / Analitik kimya kafedrasının 80 illik yubileyinə həsr olunmuş «Koordinasion birləşmələr kimyası» VI Respublika elmi konfransı, 2015, s. 97-99.

27. Гаджиева С.Р., Джафарова Н.М., Гаджиева Х.Ф., Алиева Т.И., Ахундова Н.А., Гадимова Н.С. Определение железа в крови // Журнал аспирантов и докторантов, 2016, №2, с. 75-76.

28. Hacıyeva S.R., Cəfərova N.M., Əliyeva T.İ. Mis (II) ionlarının çay suyunda qatılaşıdırılaraq təyini / Ümummilli lider H.Əliyevin 93 illik yubileyinə həsr olunmuş «XXI əsrdə ekologiya və torpaqşünaslıq elmlərinin aktual problemləri» V Respublika elmi konfransı. Bakı, 2016, s. 62-63.

29. Hacıyeva S.R., Cəfərova N.M., Əliyeva T.İ., Bayramov Q.İ., Hacıyeva H.F. Su hövzələrinə atılan çirkləndirici maddələr və onların təmizlənməsi / Akademik Həsən Əliyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş «Ekologiya: Təbiət və cəmiyyət problemləri». III Beynəlxalq elmi kon-

frans, Bakı, 2017, s. 155-156.

**30.** Насијева S.R., Сәфәрова N.M., Әliyeva T.İ., Насијева H.F., Рәfiyeva H.L. Исследование сорбции кобальта(II) новым сорбентом на основе сополимера малеинового ангидрида // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. 2018, №1-2, с. 43-45.

**31.** Насијева S.R., Сәфәрова N.M., Әliyeva T.İ. Новая методика определения железа (III) в сточной воде// Журнал Вестник науки и образования 2018, №02 (38), с. 6-9.

**Наиля Мамед кызы Джафарова**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СОРБЦИЯ ИОНОВ Pb(II), Co(II), Fe(III), Ni(II) И Cu(II) ИЗ АБИОТИЧЕСКИХ И БИОТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРА МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА СО СТИРОЛОМ**

*Резюме*

На основе сополимера малеинового ангидрида со стиролом синтезированы хелатообразующие полимерные сорбенты. Методом ИК-спектроскопии и потенциометрического титрования определены состав, строение и физико-химические характеристики сорбентов. Определены сорбционные свойства сорбентов. Установлено, что сорбенты обладают высокой сорбционной емкостью, хорошими кинетическими свойствами. Определены оптимальные условия десорбции поглощенных ионов металлов из полимерных сорбентов. Разработаны методики атомно-абсорбционного эффективного определения микроколичеств ионов Pb(II), Co(II), Fe(III), Ni(II) и Cu(II) в абиотических и биотических объектах. Методика определения проста, характеризуется хорошей воспроизводимостью и обеспечивает правильность результатов при анализе реальных объектов.

**Jafarova Naila Mammad gizi**

**DETERMINATION AND SORPTION OF IONS Pb (II), Co (II),  
Fe (III), Ni (II) and Cu (II) FROM ABIOTIC AND BIOTIC OBJECTS  
WITH THE SORBENTS OBTAINED ON THE BASIS OF  
COPOLYMER OF MALEIC ANHYDRIDE WITH STYRENE**

*Summary*

On the basis of copolymer maleic anhydride-styrene are synthesized chelating polymeric sorbents. The composition structure and physical-chemical characteristics of sorbents are determined by the method of IR-spectroscopy and by the potentiometric titrations. It is established, that sorbents possess high sorption capacity, and the best kinetic properties. Optimum conditions of desorption of the absorbed ions of metals from polymeric sorbents are determined. There are developed techniques of effective sorption-atomic-absorption and sorption-photometric definition of microquantities (microamounts) of ions Pb (II), Co (II), Fe (III), Ni (II) and Cu (II) in abiotic and biotic objects. The technique of definition simple, is characterized by good reproducibility and provides the correction results during the analysis of real objects.

Çapa imzalanmışdır: 13.06.2018  
Kağızın formatı: 60x90 1/16  
Tiraj: 100 nüsxə

---

Bakı Universiteti nəşriyyatı  
Az 1148, Bakı, Z. Xəlilov, 23

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**БАКИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

---

*На правах рукописи*

**НАИЛЯ МАМЕД кызы ДЖАФАРОВА**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СОРБЦЯ ИОНОВ Pb(II), Co(II), Fe(III),  
Ni(II) И Cu(II) ИЗ АБИОТИЧЕСКИХ И БИОТИЧЕСКИХ  
ОБЪЕКТОВ СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРА  
МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА СО СТИРОЛОМ**

2301.01 – Аналитическая химия

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора философии по химии

**Б А К У – 2018**