

UOT 543.211

**KADMİUMUN TƏRKİBİNDƏ 2-AMİNO-4-NİTRO-6-SULFOTURŞUFENOL VƏ 2-AMİNO-4-XLOR-6-SULFOTURŞUFENOL FRAQMENTİ SAXLAYAN POLİMER XELATƏMƏLƏGƏTİRİCİ SORBENTLƏRLƏ QATILAŞDIRILARAQ TƏYİNİ**

**R.Ə.ƏLİYEV, G.Q.NƏZƏROVA,  
F.N.BƏHMƏNOVA, S.Z.HƏMİDOV, F.M.ÇİRAQOV**

*Bakı Dövlət Universiteti*

*fidan\_chem@rambler.ru*

*Malein anhidridi-stirol sopolimerinin aminlərlə modifikasiyasından tərkibində 2-amino-4-nitro-6-sulfoturşufenol ( $S_1$ ) və 2-amino-4-xlor-6-sulfoturşufenol ( $S_2$ ) fraqmentləri saxlayan iki xelatəmələgətirici sorbent sintez edilmişdir. Bu sorbentlərin bir sıra metallarla əmələ gətirdikləri kompleks birləşmələrin davamlılıq sabitləri təyin edilmişdir. Hər iki sorbent vasitəsilə kadmiumun sorbsiya şəraiti tədqiq edilmişdir. Tədqiqatın nəticələri göstərdi ki,  $S_1$  və  $S_2$  sorbentin maksimal sorbsiyası müvafiq olaraq pH 6 və pH 5-də müşahidə olunur. Sorbentlərin və onların kadmium komplekslərinin termiki davamlılıqları müəyyən edilmişdir. Müxtəlif turşuların kadmiumun sorbentdən desorbsiyasına təsiri öyrənilmişdir. Kadmiumun təyini üçün işlənmiş metodika bu ionun dəniz suyunda qatılaştırılaraq təyini üçün tətbiq edilmişdir.*

**Açar sözlər:** sorbent, kadmiumun təyini, dəniz suyu, davamlılıq sabiti

Qatılaştırma və ayırma müasir analitik kimyanın vacib məsələlərindəndir. İnsanların həyat fəaliyyəti, həmçinin flora və fauna üçün lazımlı olan bir çox mikroelementlər mövcuddur ki, bu elementlərin əksəriyyətinin artıq miqdarı zəhərli və toksiki təsirə malikdir. Məlumdur ki, kadmium hərəkət tərzini pozur, qanın azalmasına səbəb olur, membranların keçiriciliyini dəyişir, oksidləşmə fosforlaşmasına və zülalları sintezinə inhibitor təsiri göstərir. Bundan başqa isbat olunmuşdur ki, kadmium və onun birləşmələri konserogen xassə göstərir, insanda xərçəng xəstəliyi əmələ gətirir və sümüyə toksiki təsir edir [1]. Buna görə də ekoloji baxımdan müxtəlif suların Cd(II) ionunundan

təmizlənməsi həlli vacib olan problemlərdən biri olub, öz aktuallığı ilə həmişə tədqiqatçıların diqqət mərkəzindədir. Son zamanlar müxtəlif təbii və sənaye obyektlərində ağır metal ionlarının mikro miqdarının təyini və kənarlaşdırılması məqsədi ilə qatılma metodları-sorbsion metod daha çox tətbiq olunur [2-6].

Təqdim olunan işdə əsas məqsəd malein anhidridi-stirol sopolimeri əsasında sintez olunmuş xelatəmələgətirici sorbentlərlə kadmium(II) ionunun qatılmaşdırılaraq təyini üçün yeni təyinat metodikasının işlənməsi və dəniz suyunda bu ionun təyin edilməsinə tətbiqindən ibarətdir.

### Təcrübi hissə

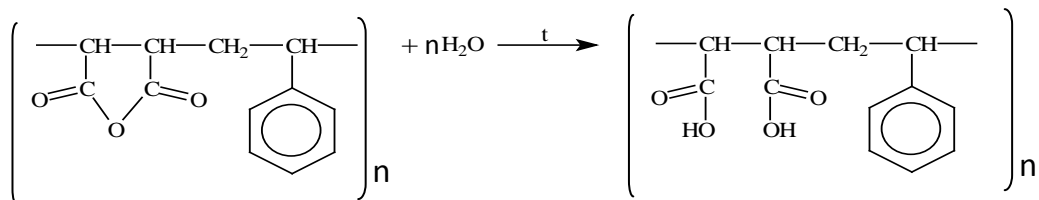
**İstifadə olunan məhlullar.** Tədqiqat zamanı metalların kimyəvi, təmiz  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{UO}_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  duzlarının məhlullarından istifadə edilmişdir. Bu metal ionlarının məhlulları ədəbiyyatda məlum olan metodika əsasında hazırlanmışdır [7]. Məhlulda ion qüvvəsinin lazımi qiymətini yaratmaq üçün kimyəvi təmiz KCl duzu məhlulundan istifadə edilmişdir. Sistemdə lazımi pH yaratmaq üçün ammoniyakasetat bufer məhlullarından ( $\text{pH}=3\div 11$ ), HCl fiksionalından ( $\text{pH}=0\div 2$ ) istifadə edilmişdir. KOH məhlulu kimyəvi təmiz kalium-hidroksiddən hazırlanmış və qatılığı standart HCl məhlulu ilə titrlənərək dəqiqləşdirilmişdir.

**Cihazlar.** Məhlulların optiki sıxlıqları AAS-1N markalı atom-absorbision analizatorunda ölçülmüşdür. Sorbentlərin və sorbent-metal xelatlarının termiki davamlılığı isə «Derivatoqraf Q-1500 D» (Paulik-Paulik-Erdey sistemi) cihazının (etalon – alüminium oksid, 20–1000 °C, termocüt Pt-Ph/Rh, çəkmə sürəti 10 dərəcə/dəq, Macarıstan) köməyiylə öyrənilmişdir. Sorbentlərin və polixelatların İQ spektrləri UR-20 difraksiya qəfəsli «Specord M-80» spektrofotometrində çəkilmişdir. Məhlulların pH-ı PHS-25 markalı ionomerin köməyiylə dəqiqləşdirilmişdir.

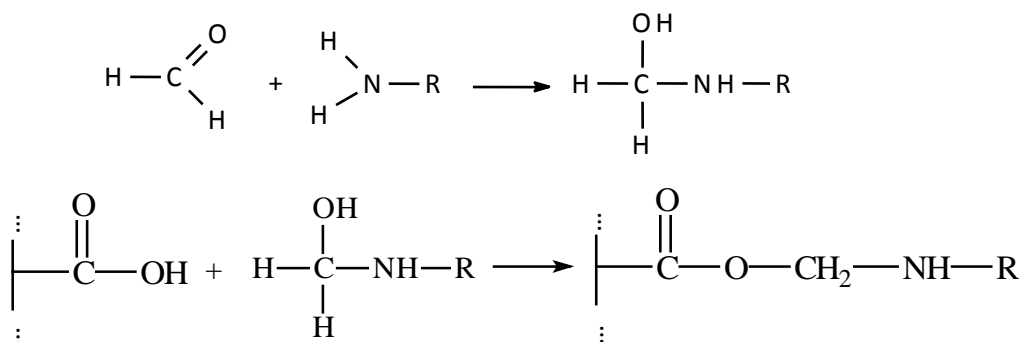
**Sorbentlərin sintezi və identifikasiyası.** İşdə tərkibində 2-amino-4-nitro-6-sulfoturşufenol (S1) və 2-amino-4-xlor-6-sulfoturşufenol (S2) saxlayan polimer xelatəmələgətirici sorbentlər tədqiq olunub. Sorbentlər aşağıdakı metodika əsasında sintez edilmişdir.

Malein anhidridinin (k.t.) stirolla (k.t.) radikal sopolimerləşməsi benzol məhlulunda, su hamamında (75-80<sup>0</sup> C) 140 dəq. ərzində aparılmışdır. İnisiator kimi etanolunda yenidən kristallaşdırılmış azobisizobutironitrildən (AİBN) istifadə edilmişdir. Alınmış sopolimer benzolla yuyularaq 50<sup>0</sup>C-də quruducu şkafda sabit çəkiyə qədər qurudulmuşdur. Sopolimerin çıxımı 95-97% təşkil edir. Ədəbiyyatdan [8] məlumdur ki, malein anhidridi stirolla 1:1 (mol nisbəti) tərkibli xətti quruluşlu növbəli sopolimer əmələ gətirir. Alınmış sopolimerin üzərinə formaldehid və müvafiq aminin (S<sub>1</sub> və S<sub>2</sub>) hesablanmış miqdarı əlavə edilir. Reaksiya qum hamamında, fasiləsiz qarışdırmaqla aparılır. Reaksiya

sulu mühitdə aparıldığından sopolimerin tərkibində olan anhidrid qrupları hidrolizə uğrayır.



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

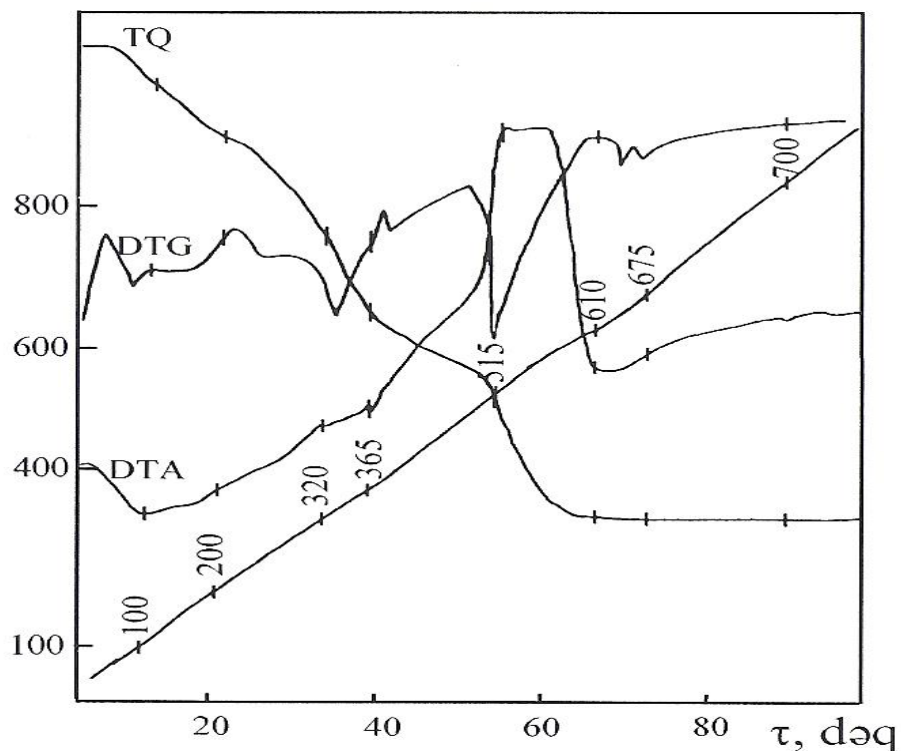


Alınmış sorbent isti su ilə bir neçə dəfə yuyularaq 50<sup>0</sup>C-də quruducu şkafda sabit çəkiyə qədər qurudulur və məlum metodika ilə H-formaya keçirilir [9].

Sorbentin quruluşunu müəyyən etmək üçün İQ spektroskopik analiz metodundan istifadə edilmişdir. S<sub>1</sub> sorbentinin İQ spektrində aşağıdakı udma zolaqları müşahidə olunur:

3600-3100 sm<sup>-1</sup> (karboksil qrupundakı-OH qrupunun valent rəqsləri, -NH qrupunun valent rəqsləri (3400-3200 sm<sup>-1</sup>), 1750-1735 sm<sup>-1</sup> (karboksil qrupundakı -C=O qrupunun valent rəqsləri) 1570-1550 sm<sup>-1</sup> (C-N valent rəqsləri və N-H deformasiya rəqsləri), 1610-1510 sm<sup>-1</sup> (benzol həlqəsində C-C valent rəqsləri), 710-680 sm<sup>-1</sup> (benzol həlqəsində C-C deformasiya rəqsləri).

Sintez olunmuş sorbentlərin termiki davamlılıqları öyrənilmişdir. S<sub>1</sub>-in termoqrammasından görüldüyü kimi 100<sup>0</sup>C-də endotermiki effektlə müşahidə olunan suyun və digər qarışıqların ayrılması baş verir (kütlə azalması-6,86%), 100-365<sup>0</sup>C temperatur intervalında zəif endotermiki effektlə müşahidə olunan makromolekulun destruksiyası və destruksiya olunmuş fragmentlərin oksidləşməsi (və ya yanması) hesabına kütlə azalır (kütlə azalması 52, 14 %), 365-610<sup>0</sup>C temperatur intervalında güclü ekzotermik effektlə müşahidə olunan polimerin tam yanması baş verir (şəkil 1).



Şək. 1. S<sub>1</sub>-nin termoqramması

### Nəticələrin müzakirəsi

Malein anhidridi-stirol sopolimerinin 2-amino-4-nitro-6-sulfoturşufenol və 2-amino-4-xlor-6-sulfoturşufenolla modifikasiyasından alınmış sorbentlər analitik məqsədlər üçün tətbiq edildiyindən onların bir sıra metallarla əmələ gətirdikləri kompleks birləşmələrin davamlılıq sabitləri potensiometrik titrləmə metodu ilə təyin edilmişdir.

Tədqiqat zamanı metalların kimyəvi təmiz duzlarının məhlullarından və məlum metodika ilə H-formaya salınmış sorbentlərdən istifadə edilmişdir [9]. Sorbentlərin funksional qruplarının  $1 \cdot 10^{-2} M$ , metalların duzlarının  $5 \cdot 10^{-3} M$ , KOH-ın isə  $3,4 \cdot 10^{-2} M$  məhlulundan istifadə edilmişdir. Məhlulların ion qüvvəsini sabit saxlamaq üçün KCl-un hesablanmış miqdarından istifadə etməklə potensiometrik titrləmə  $t=298 \pm 0,5$  k temperaturunda aparılmışdır. Makromolekulyar liqandların metallarla komplekslərinin davamlılığının hesablanması zamanı kiçikmolekullu birləşmələr üçün xarakterik olan əksər qanunauyğunluqlar ödənilir. Alınmış sorbentlərin potensiometrik titrlənməsinin nəticələri göstərir ki, sorbent zvenolarında iki müxtəlif ionogen qrup var. Buradan belə

nəticəyə gəlmək olar ki, kompleksəmələgəlmə zamanı sorbent özünü ikiəsaslı reagent kimi ( $H_2R$ ) aparacaq.

Sorbent fazada əmələgələn komplekslərin davamlılıq sabitlərini ikiəsaslı kiçikmolekullu reagentlər üçün ödənilən Byerrum metoduna əsasən hesablanmışdır.

$$[L] = \frac{(2 - a) \cdot c_R}{[H^+] \cdot K_1 + 2[H^+]^2 \cdot K_1 K_2},$$

$$\alpha_{L(H)} = 1 + [H^+] \cdot K_1 + [H^+]^2 \cdot K_1 K_2,$$

$$\bar{n} = \frac{c_R - [L] \cdot \alpha_{L(H)}}{c_{Me}}$$

$k_1$  və  $k_2$  – reagentin protonlaşma sabitləri;  $C_R$  – reagentin qatılığı, mol/l;  $C_{Me}$  – metalın qatılığı mol/l,  $\bar{n}$  – əmələgəlmə funksiyası,  $\alpha$  – neytrallaşma nöqtəsidir. Davamlılıq sabitlərinin dəqiq qiymətlərini təyin etmək üçün alınmış nəticələr ən kiçik kvadratlar metodu ilə işlənmişdir.

$$K_1 = \frac{\bar{n}}{(n-1)[L]}, \quad K_2 = \frac{(2-\bar{n})[L]}{(n-1)}, \quad y = \frac{\bar{n}}{(n-1)[L]}, \quad x = \frac{(2-\bar{n})[L]}{(n-1)},$$

$$\sum y = \left\{ na + b \sum x \right.$$

$$\left. \sum xy = \left\{ a \sum x + b \sum x^2 \right. \right.$$

$$\frac{\bar{n}}{(n-1)[L]} = \frac{(2-\bar{n})[L]}{(n-1)} \beta_2 - K_1$$

Burada  $n$ -təcrübələrin sayı, bu halda  $a$ -bucaq əmsalı,  $k_1$ -i,  $b$  – ordinat oxundan ayrılan parça isə  $\beta_2$ -ni ifadə edir (cədvəl 1).

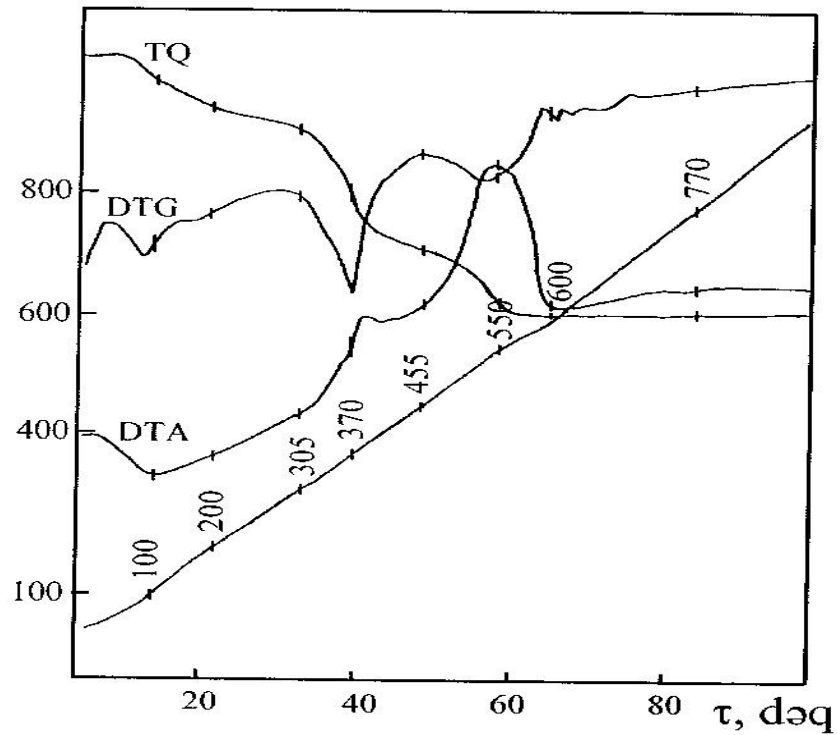
Cədvəl 1

**Sintez edilən sorbentlərin bir sıra metallarla əmələ gətirdikləri komplekslərin davamlılıq sabitləri**

$S_1$	Me	Fe(III)	UO <sub>2</sub> (II)	Zn(II)	Cu(II)	Ca(II)
	lg $k_1$	7,96±0,02	7,89±0,05	7,78±0,08	6,37±0,03	5,87±0,07
	lg $\beta_L$	14,02±0,01	13,88±0,06	13,79±0,06	10,82±0,04	9,84±0,03
	Me	Mn(II)	Co(III)	Ni(II)	Mg(II)	Al(III)
	lg $k_1$	5,71±0,03	5,65±0,04	4,93±0,04	4,41±0,04	3,21±0,05

	$\lg\beta_L$	$9,65\pm 0,05$	$9,57\pm 0,06$	$7,97\pm 0,02$	$7,47\pm 0,04$	$6,86\pm 0,03$
S <sub>2</sub>	Me	Fe(III)	UO <sub>2</sub> (II)	Zn(II)	Cu(II)	Ca(II)
	$\lg k_1$	$6,98\pm 0,02$	$7,07\pm 0,06$	$7,16\pm 0,05$	$6,91\pm 0,08$	$10,09\pm 0,05$
	$\lg\beta_L$	$11,97\pm 0,04$	$12,01\pm 0,04$	$12,05\pm 0,05$	$11,82\pm 0,02$	$17,14\pm 0,05$
	Me	Mn(II)	Co(III)	Ni(II)	Mg(II)	Al(III)
	$\lg k_1$	$6,03\pm 0,03$	$6,46\pm 0,02$	$8,15\pm 0,03$	$5,06\pm 0,01$	$4,75\pm 0,04$
	$\lg\beta_L$	$8,65\pm 0,05$	$8,90\pm 0,07$	$15,94\pm 0,05$	$8,41\pm 0,03$	$7,06\pm 0,02$

M-Cd(II) polixelatının termoqrammasından məlum olur ki, 100<sup>0</sup>C-də ekzotermik effektlə müşahidə olunan suyun digər qarışıqların ayrılması baş verir (kütlə azalması -8,8%), 100-305<sup>0</sup>C-də zəif endotermik müşahidə olunan makromolekulun destruksiyası və destruksiya olunmuş fraqmentlərin oksidləşməsi (və ya yanması) hesabına kütlə azalması zəif sürətlə baş verir və sorbentin özü ilə müqayisədə kütlə azalması 35,34% azdır (kütlə azalması-16,8%). Bu sorbent fazada davamlı xelat tsikllərinin əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır. 370-600<sup>0</sup>C temperatur intervalında güclü ekzotermik effektlə müşahidə olunan yanma baş verir (kütlə azalması -62,4%). Prosesin sonunda götürülmüş kütlənin 12%-i qalıq (CdO) şəklində qalır (şəkil 2).



Şəkil 2. S<sub>1</sub> – Cd(II) polixelatının termoqramması

Sorbentlərin və onların Cd(II) ionu ilə əmələ gətirdiyi komplekslərin temperatura qarşı davamlılığının müqayisəsi göstərir ki, alınmış polixelatlar sor-

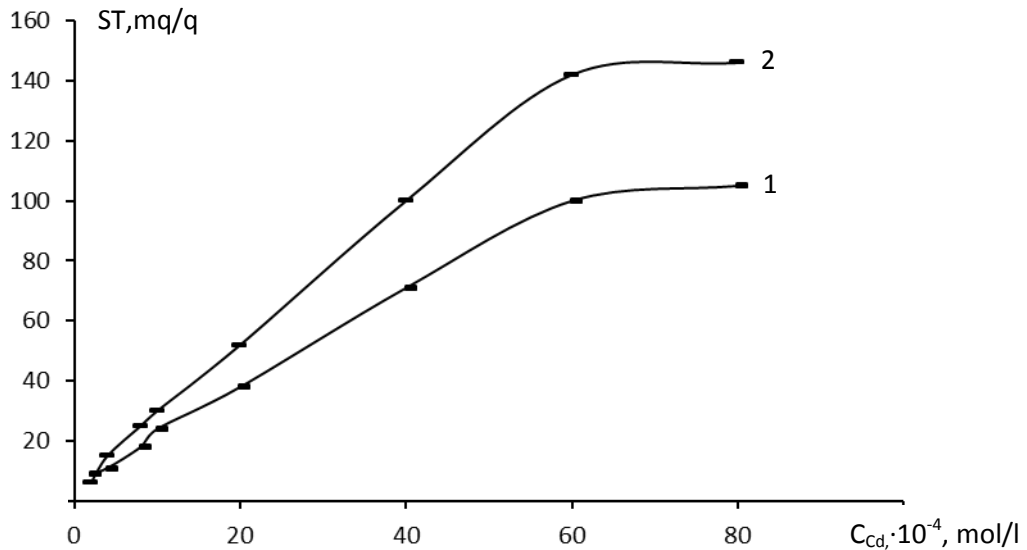
bentlərin özü ilə müqayisədə daha termostabildir. Ehtimal ki, bu sorbent fazada davamlı xelat komplekslərinin alınması ilə əlaqədardır.

M-Cd(II): 3550-3040  $\text{sm}^{-1}$  (karboksil qrupundakı-OH qrupunun valent rəqsləri), həmçinin -NH valent rəqsləri (3400-3200  $\text{sm}^{-1}$ ), 1725-1705  $\text{sm}^{-1}$  (karboksil qrupundakı -C=O qrupunun valent rəqsləri), 1540-1510  $\text{sm}^{-1}$  (C-N valent rəqsləri və N-H deformasiya rəqsləri 1610-1510  $\text{sm}^{-1}$  (benzol həlqəsində C-C valent rəqsləri), 710-680  $\text{sm}^{-1}$  (benzol həlqəsində C-C valent rəqsləri) 710-680  $\text{sm}^{-1}$  (benzol həlqəsində C-C deformasiya rəqsləri).

Sorbentin və sorbent fazada əmələ gələn komplekslərin İQ spektrlərinin nəticələri göstərir ki, kompleksəmələgəlmə zamanı sorbent zvenolarında olan qrupların rəqsi tezliklərində sürüşmələr müşahidə edilir.

**Sorbsiyaya mühitin pH-nın təsiri.** Cd(II)-un xelatəmələgətirici sorbentlərlə qatılaşdırılmasına mühitin pH-nın təsiri öyrənilmişdir. Sorbentin sorbsiyası statik şəraitdə tədqiq edilmişdir. Sorbsiyanın optimal pH-nı müəyyən etmək üçün tutumu və forması eyni olan 8 ədəd stəkan götürülür. Hər bir stəkana bərabər miqdarda (50 mq) sorbent əlavə edilir. Stəkanların hər birində Cd(II) ionlarının qatılığı və maye fazanın həcmi sabit saxlanılır. Dəyişən parametr yalnız mühitin pH-ı olur (1-8). Bir sutkadan sonra metal ionunun tarazlıq qatılığı atom absorpsion analiz metodu ilə müəyyən edilmişdir (dərəcəli qrafikə əsasən). Tədqiqatın nəticələri göstərdi ki, sorbentlərin maksimal sorbsiyası pH-6 ( $S_1$ ) və pH 5-də ( $S_2$ ) müşahidə olunur.

**Sorbsiya prosesinə metal ionlarının qatılığının təsiri.** Bütün tədqiqatlar optimal pH-da aparılmışdır. Məhlulda Cd(II) ionlarının qatılığı artdıqca sorbentin sorbsiya tutumu (ST) artır.  $6 \cdot 10^{-3}$  mol/l qatılığında isə maksimal olur (pH=6, V=25 ml, ST=100 mq/q ( $S_1$  üçün) və pH=5, ST=142 mq/q ( $S_2$  üçün) (şəkil 3)



Şəkil 3. Sorbsiya prosesinin Cd(II) ionunun qatılığından aşılışı: 1-  $S_1$  sorbenti, 2-  $S_2$  sorbenti

**İon qüvvəsinin təsiri.** Sorbsiyaya ion qüvvəsinin təsiri tədqiq edilmişdir. İon qüvvəsinin 0,2 mol/l ( $S_1$  üçün) və 0,6 mol/l ( $S_2$  üçün) qiymətinə qədər artması sorbsiyaya zəif təsir edir. Növbəti artım sorbsiyanın azalmasına səbəb olur. Bu onunla əlaqədardır ki, funksional qrupların ion ətrafı çoxaldıqca kadmiumun (II) kompleksmələgətirmə imkanı azalır. Sorbsiyanın zamandan asılılığı da aparılmışdır. Cd(II)-un tam sorbsiyası 2 saatdan sonra baş verir.

**Matrisanın təsiri.** Su nümunələrində kadmium ionunun mikromiqdarının qatılaşdırılması zamanı matrisanın makro- və mikrokomponentlərinin maneəedici təsiri nəzərə alınmalıdır ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ , Fe(III), Al(III),  $Cu^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ). Bu ionların təsirini nəzərə almaq üçün kadmium ionunun qatılığı, 20 mq/l olan 100 ml məhlulə hər bir elementin müxtəlif miqdarları əlavə edilir. Alınmış məhlul statistik şəraitdə qatılaşdırılaraq analiz edilir, alınmış təcrübi nəticələr cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2

**Cd(II) ionlarının  $S_1$  və  $S_2$  sorbentləri vasitəsilə sorbsiyası zamanı su nümunələrində olan əsas matrisa komponentlərinin ayrılma dərəcəsinə təsiri**

İon	Qatılıq, mkq/ml	Sorbent, $S_1$	Sorbent, $S_2$
$Na^+$	20000	98	98
$K^+$	30000	100	100
$Mg^{2+}$	6000	94	95
$Ca^{2+}$	5000	96	97
$Cl^-$	40000	100	101
$SO_4^{2-}$	10000	98	98
Fe(III)	10	92	98
Al(III)	10	95	97
$Mn^{2+}$	10	95	96
$Cu^{2+}$	10	92	97

**Desorbsiya.** Kadmiumun sorbentdən desorbsiyası da tədqiq edilmişdir. Bu məqsədlə eyni qatılıqlı müxtəlif mineral turşuların ( $HClO_4$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $HCl$ ) təsiri öyrənilmişdir.

Tutum və forması eyni olan müxtəlif qablara tərkibində eyni miqdarda metal ionu olan bərabər kütləli sorbent nümunələri əlavə edilir. Maye fazanın həcmi və turşuların qatılıqlarını dəyişməklə desorbsiya təcrübələri qoyulur. Metal ionunun götürülmüş turşunun hansı həcm və qatılığında maksimum desorbsiya olduğu müəyyən edilir. Eksperiment göstərdi ki, kadmium(II) üçün ən yaxşı desorbsiyaedici  $HClO_4$  ( $S_1$  üçün) və  $HCl$  ( $S_2$  üçün) turşularıdır. Cədvəl 3-də desorbsiya təcrübələrinin nəticələri göstərilmişdir.



Cədvəl 3

**Kadmiumun (II) S<sub>1</sub> və S<sub>2</sub> sorbentindən desorbsiya təcrübələrinin nəticələri**

Turşu	Qatılıq, mol/l	Desorbsiya dərəcəsi %	
		S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>
HCl	0,5	75	85
	1,0	81	89
	2,0	89	96
HClO <sub>4</sub>	0,5	81	80
	1,0	88	86
	2,0	95	92
HNO <sub>3</sub>	0,5	79	75
	1,0	83	81
	2,0	93	87
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,5	79	69
	1,0	87	74
	2,0	94	89

Kadmium(II) ionlarının mikromiqdarlarının ətraf mühit obyektlərində qatılaşıdıraraq yeni, effektiv atom-absorbsion təyini metodikası işlənmişdir. Təyinat metodikası sadədir, yaxşı təkrarlılıqla xarakterizə olunur, real obyektlərin analizi zamanı nəticələrin düzgünlüyünü təmin edir (bu əlavə etmə metodu ilə təsdiq edilmişdir)

**Dəniz suyunda Cd(II) ionlarının qatılaşıdıraraq təyini.** Sudan 1000 ml götürüb mikroqarıışıqlardan təmizləmək üçün filtr kağızından keçirirlər. 50 mq S<sub>2</sub> sorbent çəkilərək stəkana tökülür və su nümunəsinin turşuluğu nitrat turşusunun köməyiylə pH 6-a çatdırılır. Bir sutkadan sonra məhlul sorbentdən ayrılır və sorbent 10 ml HCl ilə yuyulur (2,0 ml/dəq sürətilə). Alınmış elyuatda kadmiumun miqdarı AAS–1N markalı atom-absorbsiya analizatorunda ölçülür. Nəticələr təyin edilən elementlərin 100 % ayrılması ehtimalı ilə hesablanır. Nəticələr cədvəl 4-də verilmişdir.

Cədvəl 4

**Dəniz suyunda Cd(II) ionlarının S<sub>2</sub> ilə qatılaşıdıraraq təyini**

Nümunə	Element	Daxil edilmişdir Mkq/ml	Tapılmışdır $x \pm \frac{t_p \cdot S}{\sqrt{n}}$
Dəniz suyu*	Cd(II)	5	3,35±0,06
		10	8,11±0,07
		15	18.2±0,09

\*Nümunə Xəzər dənizi Türkan qəsəbəsi sahillərindən götürülmüşdür

## ƏDƏBİYYAT

1. Хьюз Н. Неорганическая химия биологических процессов. М.: Мир, 1983, 414 с.
2. Цизинг Г.И., Золотов Ю.А. Проточное сорбционно-спектрометрические методы анализа // Журн. аналит. химии. 2002, т. 57, № 7, с 678-698.
3. Саввин С.Б., Дедкова В.П., Швоева О.П. Сорбционно-спектрометрические и тест-методы определения ионов металлов на твердой фазе ионообменных материалов // Успехи химии. 2000, т. 69, № 3, с. 203-217.
4. Алиева Р.А., Бахманова Ф.Н., Гамидов С.З., Чырагов Ф.М. Определение констант ионизации новых хелатообразующих сорбентов и констант устойчивости их комплексов с ионами U(VI) // ВU xəbərləri, Təbiət elmləri seriyası, 2013, №2, с. 40-45
5. Басаргин Н.Н., Магеррамов А.М., Гаджиева С.Р., Бахманова Ф.Н., Гамидов С.З., Алиева Т.И., Чырагов Ф.М. Определение урана(VI) в природных водах после предварительного концентрирования сорбентом содержащим фрагменты м-амино фенола // Журнал аналитической химии, 2013, т. 68, №2, с. 136-139.
6. Алиева Р.А., Велиев В.Н., Гамидов С.З., Чырагов Ф.М. Концентрирование молибдена(VI) полимерными сорбентами и фотометрическое определение с бис-(2,3,4-тригидроксифенилазо)бензидином и в присутствии 1,10-фенантролина. // Журн. аналит. химии. 2008, т.63, №9, с. 912-915.
7. Коростелев П.П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ. М.: Наука, 1964, 261 с.
8. Əkbərov O.H., Əkbərov E.O. Yüksəkmolekullu birləşmələr kimyasından praktikum. Bakı: Elm, 2002, 231 s.
9. Салдадзе К.М., Копылова-Валова З.Д. Комплексообразующие иониты М.: Химия, 1980, 336 с.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАДМИЯ ПУТЕМ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ХЕЛАТООБРАЗУЮЩИМИ СОРБЕНТАМИ, СОДЕРЖАЩИМИ ФРАГМЕНТЫ 2-АМИНО-4-НИТРО-6-СУЛЬФОКИСЛОТЫ И 2-АМИНО-4-ХЛОРО-6-СУЛЬФОКИСЛОТЫ

Р.А.АЛИЕВА, Г.Г.НАЗАРОВА, Ф.Н.БАХМАНОВА,  
С.З.ГАМИДОВ, Ф.М.ЧЫРАГОВ

### РЕЗЮМЕ

Модификацией сополимера малеинового ангидрида со стиролом аминами, были синтезированы два хелатообразующих сорбента содержащих фрагменты 2-амино-4-нитро-6-сульфокислоты (S1) и 2-амино-4-хлоро-6-сульфокислоты (S2). Были определены константы устойчивости комплексных соединений образующихся этими сорбентами с рядом металлов. Были исследованы сорбционные условия кадмия с этими сорбентами. Результаты исследования показали, что максимальная сорбция сорбентов S<sub>1</sub> и S<sub>2</sub> наблюдается при рН 6 и рН 5, соответственно. Была определена термическая устойчивость сорбентов и их комплексов с кадмием. Было исследовано влияние различных кислот на десорбцию кадмия из сорбента. Разработанная методика для определения кадмия была применена для определения этого иона в морской воде путем концентрирования.

**Ключевые слова:** сорбент, определение кадмия, морская вода, константа устойчивости.

**DETERMINATION OF CADMIUM BY CONCENTRATION OF CHELATING  
SORBENTS CONTAINING THE FRAGMENTS OF 2-AMINO-4-NITRO-6-  
SULFONIC ACID AND 2-AMINO-4-CHLORO-6-SULPHONIC ACID**

**R.A.ALIYEVA, G.G.NAZAROVA, F.N.BAHMANOVA,  
S.Z.HAMIDOV, F.M.CHYRAGOV**

**SUMMARY**

As a result of modification of a copolymer of maleic anhydride with styrene, two chelating sorbents containing 2-amino-4-nitro-6-sulfonic acid ( $S_1$ ) and 2-amino-4-chloro-6-sulfonic acid ( $S_2$ ) fragments have been synthesized. Stability constants of the complex compounds obtained by the interaction between sorbents and several metals have been determined. Cadmium sorption conditions by these sorbents have been investigated. It has been shown that  $S_1$  and  $S_2$  maximum sorption abilities towards Cd are observed at pH 6 and pH 5 respectively. Thermal stability of sorbents and their complexes with cadmium have been determined. The effect of various acids on cadmium desorption from sorbent has been investigated. The technique developed for cadmium determination by its concentration was applied for Cd ion determination in sea water.

**Key words:** sorbent, determination of cadmium, seawater, stability constants.

*Redaksiyaya daxil oldu: 04.07. 2014-cü il*  
*Çapa imzalandı: 22.01.2015-ci il.*