

UOT 669.87.621

**ALÜMINAT MƏHLULUNDAN VANADIUM İONLARININ
SİNTEZ EDİLMİŞ ERİONİT İLƏ ADSORBSİYASI**^{1,2}Pərvanə Siyahpər qızı Səfərova; ^{1,3}Elman Qiyas oğlu Şirinov¹kimya üzrə fəlsəfə doktoru

Mingəçevir Dövlət Universiteti

²parvana.safarova@mdu.edu.az³elman.sirinov@mdu.edu.az<https://doi.org/10.30546/SJSD.2025.5.1.041>

Xülasə: Vanadium ionlarının reduksiya üçün alüminat məhlulundan erionit tipli seolit sintez edilmiş, tac boşalması üsulu ilə elektriklə yüklənmiş və vanadiumun məhluldan reduksiya prosesində adsorbent kimi istifadə edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, vanadium ionlarının sorbsiya prosesi $V^{5+} \rightarrow V^0$ tipli reduksiya ilə müşayiət olunur.

Açar sözlər: vanadium, alüminat məhlulu, seolit, erionit, sorbsiya, reduksiya

Giriş. Mövzunun aktuallığı

Alüminat məhlullarının tərkibinə daxil olan V, Si, Fe, Mo, Zn və s. kimi qarışıqlar alınmış alüminiumun keyfiyyətinə mənfi təsir göstərir. Öna görə də sənaye alüminat məhlullarının vanadium və başqa qarışıqlardan təmizlənməsi alüminium istehsalında mühüm texnoloji məsələlərdən biri hesab olunur.

Eyni zamanda, vanadiumun və digər metalların alüminat məhlullarından çıxarılaraq istifadə olunması həm tullantıların azaldılması, həm də qiymətli xammalların əldə edilməsi baxımından məqsəduyğundur [1].

İşin məqsədi

Ədəbiyyatda alüminat məhlullarından metal ionlarının çıxarılması üçün müxtəlif tipli seolitlərdən istifadə olunmasına həsr olunmuş tədqiqat işləri mövcuddur [2, 3].

Bu tədqiqat işində məqsədimiz erionit tipli seolit sintez etmək və həmin seolitdə tamamilə yeni fiziki xassə formalaşdırmaqla məhluldakı vanadium ionlarının maksimum ayrılmasını təmin etməkdən ibarətdir.

Təcrübi hissə

İstifadə olunmuş alüminat məhlulunun əsas komponentlərə görə kimyəvi tərkibi aşağıdakı kimidir:

 Al_2O_3 – 84 q/l; Na_2O – 240 q/l; V_2O_5 – 0.5 q/l; Ga_2O_3 – 0.230 q/l;

Məhlulun kimyəvi tərkibindən göründüyü kimi, bu sistemdə seolit almaq üçün yalnız SiO_2 komponentinin əlavəsinə ehtiyac vardır. Odur ki, alüminat məhluluna elə miqdarda silikagel əlavə edilir ki, onun tərkibində SiO_2/Al_2O_3 mol nisbəti 2 – 5 intervalında olsun.

Seoliti sintez etmək üçün $6.3Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 10.5 \cdot SiO_2 \cdot 95H_2O$ tərkibli reaksiya qarışığından istifadə edilmişdir.

Məhlulu durulaşdırmaqla ilkin reaksiya qarışığında qələvinin qatılığının 0.5–6n intervalında hidrotermal kristallaşma prosesləri aparılmışdır.

Hazırlanmış qarışıqdan seolitlərin kristallaşma prosesi hidrotermal şəraitdə 160 °C temperaturda, qələvinin 0.5–5.0n qatılıqlarında 4 gün müddətində 30 sm³ həcmli avtoklavlarda aparılmışdır. Kristallaşma məhsulları distillə suyu ilə yuyulmuş (pH=9), qurudulmuşdur.

Erionit seolitinin sintezinin optimal şəraiti müəyyən edilmiş və $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6.4 SiO_2 \cdot 5.9H_2O$ tərkibli faza alınmışdır. İlkin məhlulda olan V_2O_5 , Ga_2O_3 seolit tərkibində aşkar olunmuşdur.

Ancaq bu komponentlərin miqdarlarının cüzi olması səbəbindən seolitlərin difraksiya mənzərələrinə təsir etmirlər. Ga^{3+} və V^{5+} ionlarının seolitlərin tərkibinə daxil olmasına səbəb isə seolit karkaslarında $[(Al,Si)O_4]$ tetraedrlərini qismən izomorf əvəzləməklə tetraedrik koordinasiyalarda $[GaO_4]$ və $[VO_4]$ şəklində olmaq imkanlarıdır.

Erionitin rentgenfaza analizinin nəticələri cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1

Erionit seolit nümunələrinin rentgenoqrafik məlumatları

ES		ES(-)		Sorbisidən sonrakı seolit	
$d, \text{Å}$	I/I_0	$d, \text{Å}$	I/I_0	$d, \text{Å}$	I/I_0
11.54	45	11.59	53	11.62	50
7.58	11	7.55	5	7.57	8
6.60	22	6.64	28	6.65	25
5.68	100	5.68	100	5.68	100
4.92	20	4.93	20	4.93	20
-	-	-	-	4.65	26
4.35	12	4.34	20	4.34	20
4.15	35	4.12	25	4.12	22
3.76	25	3.76	40	3.75	38
3.59	16	3.57	21	3.58	10
3.32	10	3.31	20	3.30	18
3.12	28	3.14	40	3.14	35
2.92	15	2.91	25	2.90	25
2.84	28	2.85	40	2.85	40
-	-	-	-	2.69	8
2.60	25	2.59	10	2.60	10
2.50	5	2.49	12	2.50	10
2.45	12	2.45	15	2.46	12
2.20	5	2.21	15	2.20	15
1.94	15	1.94	5	1.95	12
1.88	6	1.90	5	-	-
1.83	2	1.84		1.84	8
1.66	6	1.65	3	-	-
1.57	8	-	-	-	-

Prosesdə seolit iki müxtəlif formada istifadə edilmişdir:

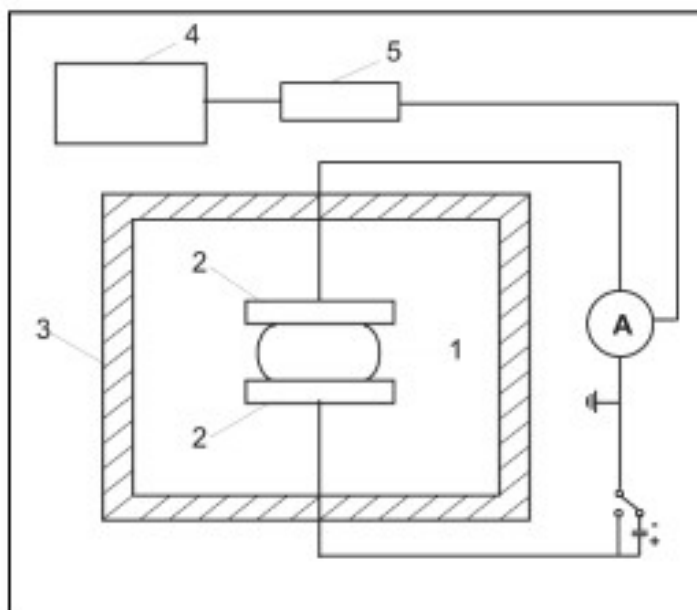
- ilkin sintez seoliti (ES);
- elektrikle yüklənmiş erionit seoliti ES(-).

Seolit sorbentinin yüklənməsi tac boşalma adlanan fiziki metodla aparılmışdır. Bu metodla sorbentin elektricləşdirilməsi, nümunələrin sabit gərginlikdə tac boşalması vasitəsilə işlənilməsi ilə həyata keçirilmişdir

İlk növbədə erionit sorbentinin səthi və daxili məsamələri termodesorbsiya qaydası ilə su buxarından və sorbsiya olunmuş qazlardan təmizlənir. Sorbentin termodesorbsiyası, bir qayda olaraq, məlum üsulla [3] aparılır.

Seolit tac boşalması üsulu ilə elektricləşdirilməsi daxili və xarici seksiyalardan ibarət olan xüsusi qurğuda aparılmışdır.

Elektricləşdirilmə və boşalma qurğusunun prinsipial blok-sxemi şəkl. 1-də verilmişdir.



Şəkl. 1. Elektricləşdirmə və boşalma qurğusunun prinsipial sxemi

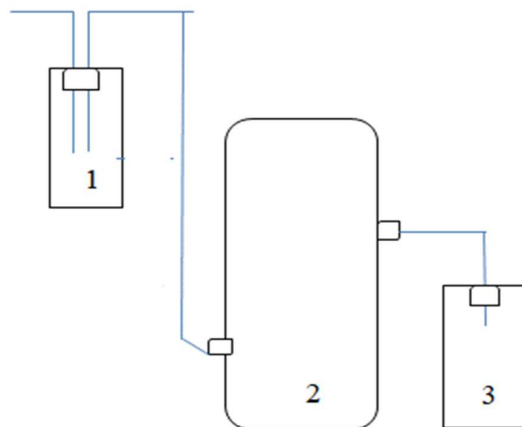
1 – nümunə; 2 – elektrodlar; 3 – termostat; 4 – temperatur nizamlayıcısı; 5 – avtomatik qeydedici

Sxemdən göründüyü kimi, nümunə (1) xüsusi qızdırıcıda (3) iki elektrod (2) arasında yerləşdirilir. Sonra təmizləyici (4) vasitəsilə nümunə 2 °C/dəq sürətilə qızdırılır. Qızdırılma otaq temperaturundan başlayaraq, 450 °C-yə qədər aparılır. Aşağı temperaturda nümunənin yükü qeyri-mütəhərrik olsa da, qızdırılma yükün mütəhərrikliyini yüksəldir. Bu qızdırılma müddətində iki elektrod arasında kontaktda olan nümunə elektrik cərəyanı yaradır.

Yüklənmiş seolit sorbentində vanadium ionlarının sorbsiyası və reduksiyası şəkl. 2-də verilmiş qurğuda aparılmışdır. Qurğunun əsas hissəsi seolitlə doldurulmuş (müxtəlif dispreslik dərəcəsilə) adsorberdən ibarətdir. İlkin alüminat məhlulu adsorberin aşağı hissəsinə verilir, vanadium ionlarından təmizlənmiş məhlul qurğunun yuxarı hissəsindən çıxaraq qəbulediciyə tökülür.

Hər iki (yüklənmiş və yüklənməmiş) seolit nümunələrində sorbsiya prosesi tərkiblərində 0.1 – 0.4 q/l vanadium olan süni hazırlanmış sənaye alüminat məhlullarından aparılmışdır. Vanadium ionlarının mənbəyi kimi NH_4VO_3 duzunun müxtəlif qatılıqlı məhlullarından istifadə edilmişdir.

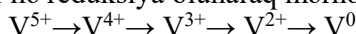
Vanadium ionlarının sorbsiyasından sonra sorbentin analizlərinin nəticələri də cədvəl 1-də verilmişdir.



Şək. 2. Sorbsiya qurğusunun prinsipial sxemi

1 – ilkin məhlul tökülən qurğu; 2 – adsorber; 3 – təmizlənmiş maye tökülən qurğu

Qeyd etmək lazımdır ki, alınmış bu nəticələr vanadiumun, yüklənmiş ES(-) eriönit seolitində sorbsiya prosesini mexanizmi haqqında müəyyən fikir söyləməyə imkan verir. Əgər doğrudan da elektronlarla yüklənmiş erionit seolitində adsorbsiyadan sonra difraksifa mənzərəsində V^0 -metallik vanadiumun xətləri aşkar olunubsa onda, bu o deməkdir ki, vanadium qılıvi məhlulda V^{5+} oksidləşmə dərəcəsinə malik olub. Hesab etmək olar ki, $V^{5+} \rightarrow V^0$ çevrilmək üçün vanadium ionları tədricən, seolitə yüklənmiş elektronları ilə reduksiya olunaraq mərhələli reaksiyaya uğramışdır:



Əlbəttə, israr etmək olmaz ki, vanadium ionlarının reduksiyası, bütün 4 mərhələnin hər birindən keçir. Ola bilər ki, vanadium ionlarının metala (V^0) qədər reduksiyası üç və ya iki mərhələdən, hətta birbaşa da baş versin. Hesab edirik ki, vanadium ionlarının reduksiya prosesinin mərhələlərinin sayı və prosesin kinetikasi, seolit sorbentinin elektronlarla yükləmə dərəcəsindən və bu yüklərin qatılığından, eləcə də mütəhərrikiyindən asılı ola bilər. Məhz bu asılılığın mövcud olacağını nəzərə alaraq, ionların reduksiya prosesini idarə etmək mümkündür. Onu da qeyd edək ki, sorbentdə yüklərin təbiətinə və qatılığına nəzarət etmək mümkün olduğundan, prosesi idarə etmək tam real hesab oluna bilər.

Nəticə

Məlumdur ki, sənaye alüminat məhlullarından elektrokimyəvi yolla vanadiumu və digər metalları yalnız oksidlər şəklində almaq mümkün olmuşdur. Tac boşalması ilə yüklənmiş seolit sorbentindən istifadə etməklə süni və sənaye alüminat məhlullarından vanadiumu nəinki, oksidlər şəklində ayırmaq, onları hətta metallik hala qədər reduksiya etmək mümkündür. Nəzərə alsaq ki, vanadiumun oksidindən vanadium metalının alınması sadə olmayan texnoloji prosesdir, onda yüklənmiş sorbentlərlə metal vanadiumun alınması praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Onu da qeyd edək ki, bu seolit tullantı sularından ağır metalların çıxarılmasında istifadə oluna bilər.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı

1. A. Jiménez, R. Trujillano, V. Rives, M. A. Vicente, A. Gil. Removal of heavy metals from aqueous solutions by adsorption on zeolites synthesized from aluminum saline slags. Inorganic Chemistry Communications, Volume 170, Part 3, December 2024, 113440
2. A. Meshram, K.K. Singh Recovery of valuable products from hazardous aluminum dross: a review. Resour. Conserv. Recycl., 130 (2018), pp. 95-108
3. D.M. Qənbərov, E.Q. Şirinov, Z.H. Həsənlı, Cəlaləddinov F.F. Qələvi məhlullardan vanadiumun platin və seolit elektrodlarında reduksiya məhsullarının rentgenoqrafik tədqiqi // AMEA Məruzələri 2007, T.63, №2, s.65-69

**ADSORPTION OF VANADIUM IONS FROM ALUMINATE SOLUTION
BY SYNTHESIZED ERIONITE**

¹P.S.Safarova, ¹E.G.Shirinov
¹Doctor of Philosophy in Chemistry
Mingachevir State University

Abstract: For the reduction of vanadium ions, erionite-type zeolite was synthesized from aluminate solution and electrically charged by corona discharge method and used as an adsorbent in the process of vanadium reduction from solution. It was found that the sorption process of vanadium ions is accompanied by $V^{5+} \rightarrow V^0$ type reduction.

Keywords: vanadium, aluminate solution, zeolite, erionite, sorption, reduction

**АДСОРБЦИЯ ИОНОВ ВАНАДИЯ ИЗ АЛЮМИНАТНОГО РАСТВОРА
СИНТЕЗИРОВАННЫМ ЭРИОНИТОМ**

¹П.С.Сафарова, ¹Э.Г.Ширинов,
¹доктор философии по химии
²Мингячевирский государственный университет

Резюме: Для восстановления ионов ванадия из алюминатного раствора синтезирован цеолит типа эрионита, электрически заряжен методом коронного разряда и использован в качестве адсорбента в процессе восстановления ванадия из раствора. Установлено, что процесс сорбции ионов ванадия сопровождается восстановлением по типу $V^{5+} \rightarrow V^0$.

Ключевые слова: ванадий, алюминатный раствор, цеолит, эрионит, сорбция, восстановление

Elmi redaktor: k.e.d., prof. E.Məmmədov
Çapa təqdim edən redaktor: tex.f.d., dos. A.Əliyeva
Daxil olub: 21.04.2025
Çapa qəbul edilib: 28.04.2025