

UOT 669.87.621

## VANADIUMUN QALLAM (Ga-Al) ELEKTRODUNDA REDUKSIYASININ TƏDQIQI

<sup>1,2,3</sup>Elman Qiyas oğlu Şirinov, <sup>1,2,4</sup>Pərvanə Siyahpər qızı Səfərova

<sup>1</sup>kimya üzrə fəlsəfə doktoru

<sup>2</sup>Mingəçevir Dövlət Universiteti

<sup>3</sup>[elman.sirinov@mdu.edu.az](mailto:elman.sirinov@mdu.edu.az)

<sup>3</sup>[tarana.safarova@mdu.edu.az](mailto:tarana.safarova@mdu.edu.az)

**Xülasə:** Məqalədə qələvi məhlullardan vanadiumun qallam (Ga-Al) elektrodunda reduksiyası öyrənilmişdir. Tədqiqat zamanı bu məhlullardan vanadiumun göstərilən elektrodada reduksiyasına temperaturun və elektroliz müddətinin təsiri araşdırılmışdır. Alınan nəticələr göstərir ki, elektrodlar içərisində vanadiumun ayrılması üçün nisbətən effektiv elektrod qallam elektrodu hesab edilə bilər. Çünki bu elektroddan istifadə etdikdə vanadiumun ayrılma dərəcəsi yüksək, alüminiumun sərfi isə nisbətən aşağı olur.

**Açar sözlər:** vanadium, qallium, alüminium, qallam elektrodu, reduksiya, sementləşmə dərəcəsi, elektroliz

### Mövzunun aktuallığı

Məlumdur ki, metallik vanadium, onun birləşmə və ərintiləri metallurgiya və kimya sənayesinin müxtəlif sahələrində geniş tətbiq olunur. Məsələn, polad və çuqun istehsalı zamanı onların tərkibinə vanadium aşqarı verməklə bərklik və davamlılıqlarını kifayət qədər yüksəltmək mümkündür. Tərkibində vanadium olan dəmir ferovanadatlar korroziyaya davamlı materiallar hesab olunurlar. Belə ki, bu materialların tərkibində 0.1-2.5 % intervalında metallik vanadium iştirakı onlardan korroziyaya davamlı konstruksiya materialları, dəzgah və alətlər, almazı əvəz edə bilən kəsici alətlər hazırlamağa imkan verir [2].

Yüksək təmizliyə malik vanadium ərintiləri strateji əhəmiyyətli sənaye sahələrində (atom reaktorlarında və ümumiyyətlə atom texnikasında, aviasiyada, cihazqayırma və s.) geniş şəkildə istifadə olunmaqdadır. Vanadiumun əksər oksigenli birləşmələri yarımkeçirici xassəyə malikdir. Vanadium 5-oksidi isə, həmçinin kimya sənayesində katalizator kimi (sulfat turşusu istehsalında, üzvi maddələrin oksidləşdirilməsində, naftalinin və ksilolun ftalin anhidridinə çevrilməsində, antrasitin antraxinona, asetilenin sirkə turşusuna və s. çevrilmələrdə) geniş istifadə olunmaqdadır. Bütün bu geniş spektrli tətbiqlər fonunda son 20-30 ildə istehsal olunan vanadium sənayenin və texnikanın artan tələbatını ödəmir. Elə bu səbəbdən vanadiumun istehsalı üçün yeni mənbələrin axtarılması, öyrənilməsi və istehsal proseslərinin fiziki-kimyəvi əsaslarının işlənilib hazırlanması mühüm elmi və praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Bu sahədə bir çox tədqiqatlar aparılır və yeni üsullar işlənilib hazırlanır

### İşin məqsədi

Sənaye alüminat məhlullarından vanadiumun reduksiya prosesinin optimal elektrokimyəvi şəraitinin seçilməsi, prosesinin kinetika və mexanizminin öyrənilməsi, reduksiya məhsullarının ayrılması və təmizlənməsi üçün prinsiplial texnoloji sxemin hazırlanmasından ibarətdir.

### Təcrübi hissə

Yaranan çoxkomponentli sənaye alüminat məhlullarının tərkibində vanadiumun qatılığı 0.35 - 0.50 q/l intervalında dəyişir [3]. Bu tipli məhlullarda, vanadium bir qayda olaraq qələvi məhlulların duzları ( $\text{MexVO}_3$ )y şəklində mövcud ola bilərlər [4]. Bir sıra ədəbiyyat materiallarında vanadat anionlarının qələvi məhlullardan elektrokimyəvi üsulla reduksiya prosesinin elektrodarda mərhələli getdiyi ehtimal olunur:  $V_2O_5 \rightarrow V_2O_4 \rightarrow V_2O_3$

Qələvi məhlullardan vanadat anionlarının reduksiyası (xüsusilə reduksiyanın axırıncı mərhələsi) neytral və turş mühitə nisbətən daha mənfəi potensiallarda baş verir [5]. Vanadat anionları qələvi mühitədə reduksiya olunarkən vanadiumun hidroksidləri şəklində çöküntülər əmələ gətirirlər.

Buna görə də qələvi məhlullardan vanadiumun müxtəlif elektrodalarda reduksiyası sistemli şəkildə tədqiq edilmişdir.

Elektroliz prosesini aparmaq üçün şüşədən hazırlanmış köynəkli (temperaturu sabit saxlamaq üçün) qarışdırıcısı olan elektrolizərdən istifadə edilmişdir. Bütün təcrübələrdə elektrolizərdə məhlulun həcmi 70 ml, qarışdırma sürəti 500 dövr/dəq olmuşdur.

Təcrübə üçün tərkibi 6M NaOH + 0,0034M NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub> ibarət olan qələvi məhlul və qallam elektrodu götürülmüşdür.

Vanadiumun qələvi məhlullardan qallam elektrodunda reduksiyasını öyrənmək üçün aşağıdakı təcrübələr aparılmışdır.

Qallamın hazırlanması [1; 3; 4] ədəbiyyata uyğun aparılmışdır. Qallamın tərkibində alüminiumun miqdarı ~ 1.0 % təşkil etmişdir (çəki faizinə görə hesablanmış). Təcrübələrdən alınan nəticələr cədvəldə və şəkildə verilmişdir.

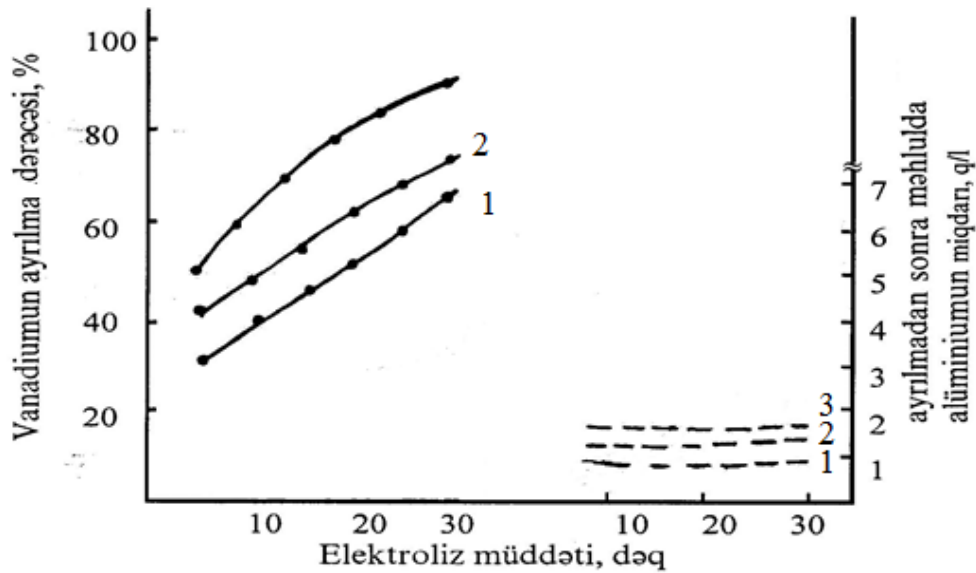
*Cədvəl*

**Vanadiumun qallamda (Ga-Al) reduksiyası**

Məhlulun temperaturu, °C	Təcrübə müddəti, dəqiqə	Semenyatsiyadan sonra məhlulda qatılıq, q/l			Vanadiumun sementləşmə dərəcəsi, %
		vanadium	qallium	alüminium	
30	5	0.30	0.025	0.90	30.3
30	10	0.24	0.027	1.15	41.4
30	20	0.16	0.016	1.15	58.0
40	5	0.30	0.025	1.0	41.4
40	10	0.20	0.025	1.5	58.8
40	20	0.14	0.025	1.5	64.2
70	5	0.30	0.049	1.9	46.0
70	10	0.22	0.120	2.10	58.4
70	20	0.18	0.190	2.20	68.6
70	30	0.16	0.220	3.10	91.4

Cədvəldən görünür ki, vanadiumun qələvi məhluldan qallamda reduksiyası çox böyük sürətlə gedir. Məhlulda temperaturu və sementləşmə müddətini artırıqda sementləşmə də sürətlə artır. Təcrübələrin nəticələrinə görə 30 dəq müddətində sementləşmə 80 %-ə çatır. Qallamın tərkibində alüminium həll olub qurtardıqda qallam elektrodundan məhlula qallium keçmir, yəni həll olmur. Bəzi təcrübələrdə məhlulda qalliumun qatılığının artmasını (40; 70 °C) qallamda alüminiumun cüzi qalması və tamamilə yox olması ilə izah etmək olar. Qallam elektrodunda vanadiumun reduksiya olunub sementləşməsi zamanı eyni vaxtda hidrogenin ayrılması da baş verir və məhlulun rəngi dəyişir. Alınan vanadium hidrosidəri mühitdə həll olmur, çöküntü açıq havaya çıxarıldıqda rəngi dəyişilir (tünd qəhvəyi rəngdən parlaq sarı rəngə keçir). Bu onunla izah edilir ki, çöküntüdə olan V<sup>+3</sup> hidrosidini açıq havada V<sup>+5</sup>-ə keçir.

Alınan çöküntünün tərkibində V<sup>+5</sup>, V<sup>+4</sup> və V<sup>+3</sup> hidrosidlərini öyrənmək üçün müvafiq analizlər aparılmışdır. Analizlərin nəticələri göstərir ki, təzə alınmış çöküntünün tərkibinin 45 %-ni üçvalentli vanadium, 33 %-ni isə dörd və beşvalentli vanadium, qalan 2.3 %-ni isə üçvalentli vanadium hidrosidləri təşkil edir.



Şəkil 1. Məhlullardan vanadiumun qallam elektrodunda reduksiyasına temperaturun təsiri

Qeyd etmək lazımdır ki, bütün təcrübələrdə alınan çöküntülərdə vanadium hidrokسيدlərinin cəmi 100 %-dən az olur, ehtimal olunur ki, çöküntünün qalan hissəsini kristallaşmış su təşkil edir. Nəticələr göstərir ki, üçvalentli vanadium hidrokسيدləri tez oksidləşir.

Qallam elektrodunda qələvi məhlullarda vanadiumun reduksiyasında əsas rolu qallamın tərkibindəki alüminium oynayır. Aldığımız nəticələr göstərir ki, qələvi məhlullardan vanadiumun ayrılması üçün ən effektiv elektrodlardan biri qallam elektrodu hesab oluna bilər. Qallam elektrodunda vanadiumun reduksiya sürəti müqayisə edilməz dərəcədə yüksəlir, alüminiumun prosesdə sərfi nisbətən aşağıdır.

#### Nəticə

Beləliklə, alınan nəticələr göstərir ki, qələvi məhlullardan vanadiumun reduksiyası üçün qallam elektrodu nisbətən daha effektiv hesab edilir. Buna səbəb alüminat məhlulu ilə qallam elektrodu arasında  $Ga^{3+} + 3e \leftrightarrow Al^0 - 3e$  tipli mübadilə reaksiyasının baş verməsidir.

Bu elektrodun sənaye alüminat məhlullardan vanadiumu ayırmaq üçün təkliif etmək olar, çünki bu elektrodun istifadə edildikdə vanadiumun ayrılma dərəcəsi yüksək, alüminiumun sərfi isə aşağı olur. Müəyyən edilmişdir ki, bu proses zamanı vanadium hidrokسيدləri şəklində ayrılır. Sistemdə temperaturun yüksəlməsi elektrod potensialını müsbətə doğru sürüşdürür, reduksiya prosesinin sürətini dəfələrlə artırır.

#### İstifadə edilmiş ədəbiyyat

- Şirinov E.Q., Həsənlı Z.Q., Qənbərov D.M. Vanadiumun qələvi məhlullardan oksidləşmə və reduksiya prosesinin tədqiqi. // AMEA, Kimya problemləri İnstitutu, 2009, № 1, s. 177-180
- Андреященко В.А., Байсанов А.С., Никурашина Е.В., Никурашина Е.В. Разработка технологии выплавки ванадиевой легатуры с использованием в качестве восстановителя комплексного кремнеалюминиевого ферросплава // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 11-1. – С. 7-10;
- Ахмадиева Н.К., Абдулвалиев Р.А., Акчил А., Гладышев С.В., Кульдеев Е.И. Красный шлам глиноземного производства как потенциальный источник для получения

редкоземельных элементов. Обзор. //Комплексное использование минерального сырья. – 2016. - №4. – С. 98-104

4. Гасанов З.Г. Влияние ванадия на извлечение галлия из алюминатных растворов на галламном электроде. Химия и химическая технология, Том 50 вып.1, 2017, с. 56-58

5. Ширинов Э.Г., Гасанлы З. Г., Ганбаров Д. М. Восстановление ванадия из щелочных растворов. // Ж. Прикладной Химии, 2009, Т.82, вып. 7, с.1134- 1137

## ANALYSIS OF THE REDUCTION OF VANADIUM AT THE GALLUM (Ga-Al) ELECTRODE

<sup>1,2</sup>**E. Shirinov, <sup>1,2</sup>P. Safarova**

<sup>1</sup>Doctor of Philosophy in Chemistry

<sup>2</sup>Mingachevir State University

**Abstract:** *In the article, the reduction of vanadium from alkaline solutions at a gallium (Ga-Al) electrode is studied. During the study, the effect of temperature and electrolysis time on the reduction of vanadium from these solutions at the specified electrode was investigated. The obtained results show that the gallium electrode can be considered a relatively effective electrode for the separation of vanadium in the electrodes. Because when this electrode is used, the separation rate of vanadium is high, and the consumption of aluminum is relatively low.*

**Keywords:** *vanadium, gallium, aluminum, gallium electrode, reduction, degree of cementation, electrolysis*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВАНАДИЯ НА ГАЛЛАМНОМ (Ga-Al) ЭЛЕКТРОДЕ

<sup>1,2</sup>**Э.Г.Ширинов, <sup>1,2</sup>П.С.Сафарова**

<sup>1</sup>кандидат химических наук

<sup>2</sup>Мингячевирский государственный университет

**Резюме:** *В статье исследовано восстановление ванадия из щелочных растворов на галламном (Ga-Al) электроде. Было исследовано влияние температуры и времени электролиза на восстановление ванадия из этих растворов на указанном электроде. Полученные результаты показывают, что галламный электрод можно считать относительно эффективным электродом для отделения ванадия. Потому что при использовании этого электрода скорость отделения ванадия высока, а расход алюминия относительно невелик.*

**Ключевые слова:** *ванадий, галлий, алюминий, электрод галлам, восстановление, степень цементации, электролиз*

**Elmi redaktor: k.f.d., dos. A.Aslanov**

**Çara təqdim edən redaktor: tex.f.d., dos. A.Əliyeva**

**Daxil olub: 24.08.2024**

**Çara qəbul edilib: 07.09.2024**