

ՀՏԴ 61.01.91

ՔԻՄԻԱԿԱՆ, ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ԵՎ  
ԲՆԱՊԱՀՊԱՆԱԿԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐ

Գ.Ա. Վարթան, Ա.Վ. Գաբրիելյան, Գ.Ա.Մարտոյան

**ԷԼԵԿՏՐՈՆԱՅԻՆ ՄԱՔՐՈՒԹՅԱՄԲ ՍԿԱՆՊԻՈՒՄԻ ՕՔՍԻԴԻ ՍՏԱՑՈՒՄ  
ԷԼԵԿՏՐԱՄԵՄԲՐԱՆԱՅԻՆ ԵՂԱՆԱԿՈՎ**

Աշխատանքը նվիրված է հատուկ մաքրության սկանդիումի օքսիդի ստացմանը նոր՝ էլեկտրամեմբրանային եղանակով, ինչպես նաև գործընթացում հսկողություն իրականացնելուն: Ստացված վերջնանյութում մաքրության աստիճանը որոշվել է ինդուկցիոն կապված պլազմայով մաս-սպեկտրաչափական եղանակով:

**Առանցքային բառեր.** մեմբրանային էլեկտրալիզարար, մաս-սպեկտրաչափ, հատուկ մաքրություն, սկանդիումի օքսիդ:

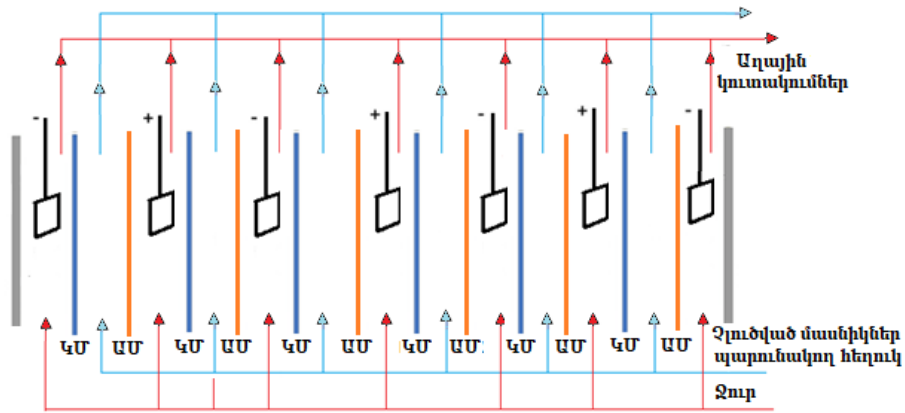
**Ներածություն.** Բարձր մաքրության նյութերի քիմիայի և տեխնոլոգիայի նվաճումները մեծապես նպաստում են այնպիսի գիտական և տեխնիկական ոլորտների առաջընթացին, ինչպիսիք են միկրո, նանո և օպտոէլեկտրոնիկան, լազերային տեխնոլոգիաները և ջերմային էներգիայի ճարտարագիտությունը: Սկանդիումը կարևորագույն հազվագյուտ մետաղների շարքից է և ներկայումս խիստ պահանջված է բազմաթիվ բնագավառներում: Աշխարհում սկանդիումի մոտ 90%-ն արտադրվում է Չինաստանում: Սկանդիումի օքսիդը հանքարդյունաբերության կողմից արտադրվող զտված սկանդիումի հիմնական ձևն է: Սկանդիումով հարուստ հանքաքարերը, ինչպիսիք են տորտվեիտիտը (Sc,Y)2(Si2O7) և կոլբեկիտը ScPO4•2H2O հազվադեպ են, սակայն սկանդիումը փոքր քանակություններով առկա է շատ այլ միներալներում: Գործնականում սկանդիումի օքսիդը հիմնականում արտադրվում է որպես այլ օգտակար հանածոների արդյունահանման ուղեկից արտադրանք: Զգալի հետաքրքրություն է ներկայացնում հատկապես ալյումինի արտադրության տեխնաժին թափոնից՝ կարմիր ցեխից սկանդիում պարունակող միացությունների ստացումը [1-3]: Սկանդիումի օքսիդի արտադրության այլ աղբյուրներ են TiO2 թթվային թափոնները և նիկել-կոբալտի հումքերը: Բոլոր այս դեպքերում սկանդիումի օքսիդը ստացվում է տեխնիկական մաքրությամբ և ստացված արտադրանքը կարիք ունի լրացուցիչ վերամշակման՝ անհրաժեշտ բարձր մաքրությունը ստանալու համար:

Այս աշխատանքում ամփոփված են տեխնիկական մաքրության սկանդիումի օքսիդից բարձր մաքրության Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -ի էլեկտրամեմբրանային եղանակով ստացման արդյունքները: Մշակված սկանդիումի մաքուր օքսիդի արտադրության տեխնոլոգիան սկզբունքորեն տարբերվում է այլ ընկերությունների լուծումներից: Այս տեխնոլոգիան չի հանգեցնում կեղտաջրերի առաջացմանը, օժտված է բարձր արդյունավետությամբ՝ արտադրությունը կոմպակտ է և ոչ էներգատար:

**Մեթոդական մաս.** Իրականացվել են սկանդիումի տեխնիկական մաքրության օքսիդի (99.5%) մաքրումը էլեկտրամեմբրանային եղանակով մինչև 99.995% մաքրությունը և գնահատվել են մաքրման վրա կատարված էներգետիկ ծախսերը: Ստացված վերջնանյութի մաքրության աստիճանն որոշվել է ինդուկցիոն կապված պլազմայով մաս-սպեկտրաչափով (ԻԿՊ-ՄՍ): Սկանդիումի օքսիդի մաքրման հիմնական գործընթացն իրականանում է էլեկտրամեմբրանային խցիկում համակարգի տեխնոլոգիական գործընթացի կառավարմամբ:

Հատուկ պատրաստված եռախցիկ մեմբրանային էլեկտրալիզարարի աշխատանքային խցիկ մղվում է 10% աղաթթվի լուծույթում 30% պարունակությամբ սկանդիումի օքսիդը: Սենյակային ջերմաստիճանում սկանդիումի օքսիդի լուծելիությունն այս լուծույթում աննշան է: Հատուկ էլեկտրալիզարարի յուրահատկությունն այն է, որ թույլ է տալիս իր միջով մաքրման նպատակով անցկացնել ոչ միայն հեղուկը,

այլ նաև հեղուկի մեջ կախված մանր պինդ մասնիկները: Աշխատանքային խցիկում կիրառված էլեկտրական դաշտի ազդեցության տակ խառնուրդային տարրերը կատիոնների կամ անիոնների տեսքով լքում են խցիկը, այդ ընթացքում  $Sc_2O_3$ -ը շնորհիվ իր էլեկտրոլիտում վատ լուծելիության մնում է: Վերջնանյութի մաքրության աստիճանը վերահսկվում է էլեկտրալիզարարով անցնող էլեկտրական հոսանքի միջոցով:



Նկ. 1. Մեմբրանային էլեկտրալիզարարի սկզբունքային սխեման  
 ԱՄ – անիոնափոխանակիչ մեմբրան, ԿՄ - կատիոնափոխանակիչ մեմբրան

Սկանդիումի օքսիդի մաքրման արդյունավետությունն էապես կախված է իոնափոխանակիչ մեմբրանների ընտրությունից, որոնք պետք է առանձնանան իրենց թողունակությամբ, բարձր ընտրողականությամբ և էլեկտրաքիմիական կայունությամբ:

Ստորև աղյուսակ 1.-ում բերված են ելային սկանդիումի օքսիդում խառնուրդների պարունակությունները:

**Աղյուսակ 1.**

Al-ի արտադրական թափոնից կորզված և իոնափոխանակիչ խեժերի օգտագործմամբ 99.5% մաքրության հասցված սկանդիումի օքսիդում խառնուրդների տոկոսային պարունակությունները

դիումի օքսիդում առկա տարրերը	Sc	e(IV)	Fe	Al	Ca
ունակությունները (%)	1.92	1.01	025	1.01	.05

**Արդյունքներ.** Սկանդիումի օքսիդի էլեկտրամեմբրանային բաժանման գործընթացում ցույց է տրվել խառնուրդային մետաղների հետքերից ազատվելու արդյունավետությունը իոնափոխանակիչ խեժեր օգտագործող մեթոդների հետ համեմատած: Աղյուսակ 2.-ում բերված են մեմբրանային հատուկ էլեկտրալիզարարի օգտագործմամբ աղյուսակ 1.-ում նշված պարամետրերով սկանդիումի օքսիդի լրացուցիչ մաքրման արդյունքում ստացված վերջնանյութում խառնուրդային տարրերի պարունակությունները, որտեղից ստացվում է սկանդիումի օքսիդի 99.997% մաքրություն:

**Աղյուսակ 2.**

Լրացուցիչ մաքրման արդյունքում ստացված սկանդիումի օքսիդում խառնուրդների տոկոսային պարունակությունները

դիումի օքսիդում առկա տարրերը	Sc	e(IV)	Fe	Al	Ca
ունակությունները (%)	1.92	007	018	007	035

Մաքրության աստիճանը որոշելիս չափումները կատարվել են Nexion-2000 ինդուկցիոն կապված պլազմայով մաս-սպեկտրաչափի (ԻԿՊ-ՄՍ) միջոցով, որտեղ նմուշը պերիստալտիկ պոմպով մղվում է

փոշեցրիչ 0,8...1 լիտր/րոպե արգոնային հոսքի պայմաններում, ինչի հետևանքով նմուշը փոշեցրվում է ու անցնում պլազմա: ԻԿՊ-ՄՍ-ում առաջացող 5000...7000 ջերմաստիճանում իոնների հոսքի աղբյուր հանդիսացող արգոնային գազը ((15-16լիտր/րոպե, 99.998% մաքրությամբ), ինչպես նաև նմուշն իոնացվում են: Իոնացված մասնիկներն ուղղորդվում են լինզայի միջոցով դեպի կվադրոպոլ համակարգ, որում կատարվում է իոնների բաժանումն ըստ զանգված/լիցք հարաբերության, այնուհետև կատարվում է ինտենսիվությունների գրանցում և փոխարկում համապատասխան անալոգաթվային փոխարկիչով:

Էներգետիկ ծախսը  $Sc_2O_3$ -ի մաքրման գործընթացը ավարտին հասցնելու համար կազմել է 1կՎթ·ժ/կգ: Հարկ է նշել, որ առաջարկվող եղանակն առանձնանում է փոքր չափերով և մաքրման գործընթացի թվային ղեկավարման հարմարավետությամբ: Այն նախկինում հաջողությամբ փորձարկվել է նաև  $Al_2O_3$  մաքրման համար:

**Եզրակացություններ.** Աշխատանքում կատարվել է սկանդիումի օքսիդի լրացուցիչ մաքրում, արդյունքում ստացվել է հատուկ մաքրություն:

Ցույց է տրվել, որ սկանդիումի օքսիդի էլեկտրամեմբրանային եղանակը՝

- օժտված է մաքրման գործընթացի ղեկավարման ավելի լայն հնարավորություններով,
- առանձնանում է սկանդիումի օքսիդի մաքրման բարձր արդյունավետությամբ,
- ունի արդյունաբերական դառնալու հեռանկար,
- բնապահպանության տեսակետից ավելի գրավիչ է, քան գոյություն ունեցող եղանակները:

## Գրականություն

1. **Комисарова Л.Н.** Неорганическая и аналитическая химия скандия. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 512 с.
2. Пат. 2247788 РФ. Способ получения оксида скандия из красного шлама / **Яценко С.П., Сабирзянов Н.А., Пасечник Л.А., Рубинштейн Г.М. [и др.]**; опубл. 10.03.2005. Бюл. № 7. 100° 250° 550° 600° 222
3. **Vartan G.A., Kazaryan M.A., Karamyan, G.G., Martoyan G.A.**, Electro-Membrane Technology for Extraction of Valuable Compounds and Rare Earth Elements from the Red Mud. American Journal of Applied Chemistry 2018; 6(3): 126-131.

**Г.А. Вардан, А.В. Габриелян, Г.А. Мартоян**

### Производство оксида скандия электронной чистоты электромембранным способом

*Работа посвящена получению оксида скандия особой чистоты новым электромембранным способом, а также управлению процессом. Степень чистоты полученного продукта определяли масс-спектрометрией с индуктивно связанной плазмой.*

**Ключевые слова:** мембранный электролизер, масс-спектрометр, особая чистота, оксид скандия.

**G.A. Vartan, A.V.Gabrielyan. G.A.Martoyan**

### Production of scandium oxide of electronic purity by electromembrane method

*The work is devoted to the production of scandium oxide of high purity by a new electromembrane method, as well as process control. The degree of purity of the obtained product was determined by mass spectrometry with inductively coupled plasma.*

**Key words:** membrane electrolyzer, mass spectrometer, high purity, scandium oxide.