

## ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ ИЗ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

П. Е. Селин, А. А. Смороков, И. В. Петлин

Научный руководитель – старший преподаватель ИЯТШ ТПУ А. А. Смороков

ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, res2@tpu.ru

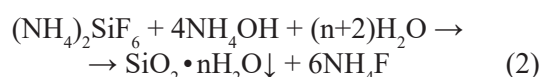
Современная Российская промышленность, связанная с получением различных ценных продуктов, например, таких как цирконий- или титансодержащих соединений из минерального сырья, зачастую может быть связана с необходимостью извлечения из концентратов диоксида кремния, который негативно влияет на их дальнейшую переработку.

Одним из способов такого извлечения является фторидная обработка концентратов, при которой используется гидрофторид аммония. Данный реагент переводит диоксид в растворимое соединение гексафторосиликат аммония:



Таким образом, после разделения твердой и жидкой фаз, получается концентрат, очищенный от диоксида кремния, а также раствор, содержащий кремний в форме гексафторосиликата аммония (ГФСА), фторид аммония и воду [1].

В результате возникает проблема накопления кремнийсодержащих производственных отходов. Существуют методы их переработки, одним из них является гидролиз полученного соединения в щелочной среде [2]:

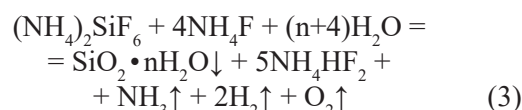


Однако такой способ требует значительных энергозатрат на стадию регенерации фторида аммония и пока что не внедрен широко промышленности.

В данной работе предложен метод осаждения диоксида кремния посредством электролиза с применением ионообменных мембран. Электролизер имеет несколько камер: в катодном пространстве происходит осаждение гидратированного диоксида кремния, в промежуточных камерах – концентрирование фторид-ионов.

Исходным сырьем служит раствор ГФСА, полученный в результате обескремнивания лейкоксенового концентрата.

Суммарная реакция:



Таким образом, происходит не только осаждение гидратированного диоксида кремния, но также и регенерация гидрофторида аммония, который в дальнейшем может быть повторно использован на стадии выщелачивания.

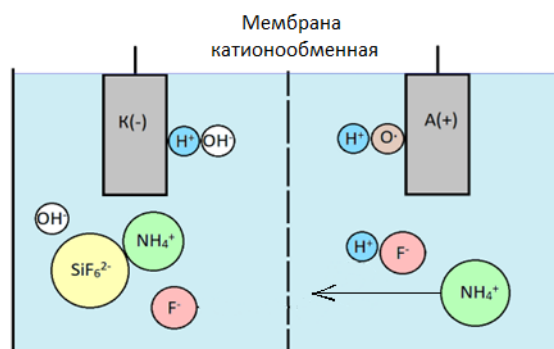


Рис. 1. Условная схема осаждения диоксида кремния



Рис. 2. Сравнение существующего метода регенерации гидрофторида аммония (слева) и предложенного (справа)

### Список литературы

1. Смороков А. А., Кантаев А. С., Брянкин Д. В., Миклашевич А. А. // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*, 2022. – Т. 65. – № 2. – С. 127–133.
2. Римкевич В. С. Изучение процессов фторидной переработки небокситовых руд // *Журнал прикладной химии*, 2009. – Т. 82. – №. 1. – С. 8–13.

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСАЖДЕНИЯ И ПРИРОДЫ ЛАНТАНОИДА НА СОСТАВ ПОЛИЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ 4f-ЭЛЕМЕНТОВ С Ni И АЛАНИНОМ

Д. Д. Семешкина, В. Д. Долженко

Научный руководитель – к.х.н., доцент В. Д. Долженко

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, химический факультет

119991, г. Москва, Ленинские горы, 1–3, semeshkina.d@gmail.com

Лантаноиды от лантана до неодима образуют комплексные семиядерные катионы состава  $[\text{LnNi}_6(\text{Ala})_{12}]^{3+}$  с жёстким каркасом. Полость внутри этого каркаса имеет фиксированный размер, поэтому устойчивость катиона снижались с уменьшением радиуса лантаноида [1].

При добавлении к раствору комплексного катиона нитрата любого лантаноида  $\text{Ln}'(\text{NO}_3)_3$  выпадает кристаллический осадок состава  $[\text{LnNi}_6(\text{Ala})_{12}][(\text{Ln}'_x\text{Ln}_{1-x})(\text{NO}_3)_3(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{O})]$  ( $\text{Ln} = \text{La}–\text{Nd}$ ,  $\text{Ln}' = \text{Ce}–\text{Lu}$ ). Из-за частичного разрушения катиона в растворе происходит частичное замещение элемента-осадителя  $\text{Ln}'$  элементом  $\text{Ln}$ . В данной работе изучено влияние природы элемента-осадителя на степень замещения для комплексов с церием в катионе, а также исследована возможность управления степенью замещения с помощью изменения условий осаждения.

Синтезирована и охарактеризована методами ИК, РФА, ICP-MS серия комплексов  $[\text{CeNi}_6(\text{Ala})_{12}][(\text{Ln}_x\text{Ce}_{1-x})(\text{NO}_3)_3(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{O})]$  ( $\text{Ln} =$

$\text{Tb}$ ,  $\text{Ho}$ ,  $\text{Er}$ ,  $\text{Tm}$ ,  $\text{Yb}$ ,  $\text{Lu}$ ). Определены и описаны моделью равновесий в растворе закономерности изменения степени замещения в зависимости от природы лантаноида и условий осаждения (рис. 1).

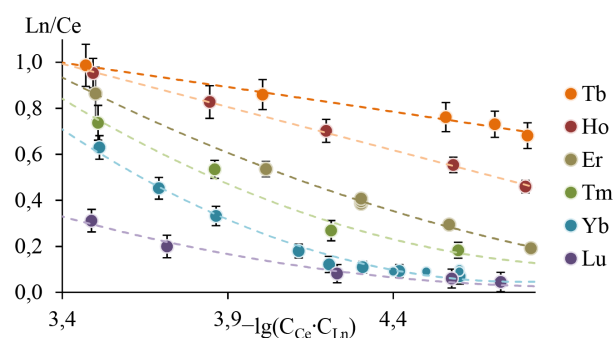


Рис. 1. Зависимость степени замещения  $\text{Ln}$  на церий от природы лантаноида и условий осаждения

### Список литературы

1. Bezzubov S. I. et al. // *Crystal Growth & Design*, 2017. – Vol. 17. – № 3. – P. 1166–1172.