

расходуется дополнительно 2 моля NaOH на 1 моль  $\text{MoO}_2^{2+}$ .

### Список литературы

1. Бусев А.И., Фролкина В.А. // Журнал неорганической химии. – 1969. – Т. XIV. – № 5. – С. 1289–1295.

## ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ НА ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛУЧЕНИЯ ФТОРА

И. И. Жерин, В. Л. Софронов, С. А. Ткачук

Научный руководитель – д.х.н., профессор ОЯТЦ ИЯТШ И. И. Жерин

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» г. Томск

semenaleksandroviht@gmail.com

Фтор является одним из важнейших компонентов в современной химической и ядерной технологии. Применяют фтор в газообразном виде как сырье для получения целевого продукта – гексафторида урана, а также для синтеза различных фторидов. Нередко используют в качестве чистящего агента или газа для процедур травления при производстве жидких кристаллов и полупроводников. Спрос на фтор по всему миру в последние десятилетия находится на достаточно высоком уровне, несмотря на значительные колебания в развитии промышленной ядерной энергетики [1, 2].

В производственных условиях фтор в основном получают электролизом расплава гидрофторида калия, который образуется при насыщении расплава  $\text{KF} \cdot 2\text{HF}$  фтороводородом до содержания 37–41 % мас. HF. Наиболее распространены в промышленном производстве электролизеры работающие в среднетемпературном режиме (~ 100 °С) при плотности тока на анодах 0,1–0,2 А/см<sup>2</sup> и суммарной силе тока до 40 кА [1–4].

В условиях полной концентрации конверсионного передела на площадке АО «СХК» обеспечение устойчивого функционирования и бесперебойной работы электролизного производства фтора является одной из приоритетных задач. Выполнение данной задачи напрямую зависит от множества прямых и косвенных факторов, которые стоит рассматривать как по отдельности, так и в целом.

Подтверждением катионообменного механизма в рассматриваемой области pH является уменьшение кислотности водной фазы после экстракции, происходящее за счет сдвига катионо-анионного равновесия реакции в сторону экстрагируемых катионов.

Выход по фтору (производительность) одного и того же электролизера тем больше, чем выше плотность тока на электродах. На величину плотности тока влияют различные факторы, такие как напряжение, токовая нагрузка, температура, концентрация фтороводорода в элек-

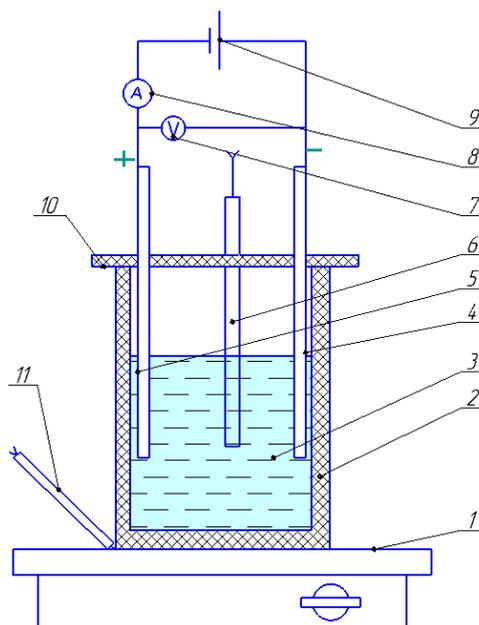


Рис. 1. Схема лабораторной электролизной установки

1 – плитка, 2 – стакан тефлоновый, 3 – расплавленный электролит трифторид калия, 4 – катод из стали Ст3, 5 – анод коксовый, 6 – термометр в электролите, 7 – вольтметр, 8 – амперметр, 9 – источник постоянного тока, 10 – крышка тефлоновая, 11 – термопара на плитке

тролите, а также наличие нецелевых примесей различного характера. В процессе работы электролизеров активно выделяется фтор, в среде которого конструкционные материалы корпуса и основных элементов подвергаются коррозии, вследствие чего происходит загрязнение электролита различными элементами (примеси Fe, Ni, Cu, Mg и др.). Присутствие примесей в составе электролита существенно влияет на расход электроэнергии, что сказывается на уменьшении выход фтора и его качестве.

Исследования по влиянию примесей на показатели процесса электролиза проводили на

опытной установке, приведенной на рис. 1. Ввод необходимых количеств железа, никеля и других примесей осуществляли электрохимическим методом с использованием электролита  $KF \cdot 2HF$ . Определение железа и никеля проводили по фотометрической методике ИА 60-25-040-2011.

Экспериментальным путём установили влияние примесей Fe, Ni, Cu и Mg, а также температуры на вольтамперные (ВА) характеристики процесса получения фтора в лабораторных условиях. Полученные результаты будут представлены в докладе.

### Список литературы

1. Рысс И.Г. *Химия фтора и его неорганических соединений*. – М. : ГОСХИМИЗДАТ, 1956. – 718 с.
2. Галкин Н.П. *Технология фтора* / Н.П. Галкин, А.Б. Крутиков. – М. : Атомиздат, 1968. – 188 с.
3. Барабанов В.Г. *Коррозия оборудования в производстве галогенсодержащих веществ*: Справ. изд. / В.Г. Барабанов, Л.П. Лимонова и др. Под ред. д-ра техн. наук Зотикова В.С. – СПб. : ТЕЗА, 1998. – 252 с.
4. Беляев В.М. *Механизм и кинетика электродных процессов при электролизе расплава  $KF \cdot nHF$*  // *Известия Томского политехнического университета*. – 2003. – Т. 306. – № 6. – С. 85–90.

## ПЕРЕРАБОТКА ПОДЛОЖЕК ИЗ КОРУНДОВОЙ КЕРАМИКИ С МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ ИЗ ВОЛЬФРАМА И ГАЛЬВАНИЧЕСКИМ НИКЕЛИРОВАНИЕМ

И. Д. Жирников, П. С. Щербаков  
Научный руководитель – к.б.н., доцент А. С. Сачкова

*Томский политехнический университет*  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
idz5@tpu.ru

Вольфрам – один из самых распространенных материалов, используемых для металлизации керамических изделий, он имеет схожий с кремнием и оксидом алюминия коэффициент теплового расширения, а также мало подвержен электромиграции, что обусловлено его физическими свойствами [1].

Большой интерес представляет переработка бракованных металлокерамических подложек с извлечением ценных компонентов для возвращения их в цикл производства. Металлокерамические подложки представляют из себя корундовое основание с металлизацией из вольфрама с нанесённым на него гальваническим никелем [2].

В нашем исследовании мы предлагаем двухстадийный способ переработки керамических подложек: растворение гальванического никеля

в концентрированной соляной кислоте; растворение вольфрама в аммиачном растворе с использованием в качестве окислителя пероксида водорода в ультразвуковой ванне [3]. Так, при переработке керамических подложек данным методом возможно извлечение никеля в виде оксалата никеля, а также выделение паравольфрамата аммония путём упаривания раствора ротационным испарителем под вакуумом.

Переработку керамических подложек проводили следующим образом. В стеклянный лабораторный стакан № 1 объёмом 600 мл погружались 20 керамических подложек в один слой и приливалась концентрированная соляная кислота до уровня полного покрытия содержимого стакана для растворения нанесённого на подложку гальванического никеля. Растворение производилось на магнитной мешалке (250