

цесс окисления рутения и выделение газообразных продуктов в соответствии с реакцией 1. На участке DE происходит плавление и разложение остатков тетрафторбромата калия с выделением трифторида брома в газовую фазу.

В ходе проведенных исследований было определено, что взаимодействие тетрафторбромата калия с рутением в открытой системе при 500 °С протекает в одну стадию с образовани-

ем K_2RuF_6 . Процесс окисления начинается при температуре 175 °С, заканчивается при 230 °С, тепловой эффект реакции составил 278,6 Дж/г.

Также было доказано, что тетрафторбромат калия обладает достаточной окислительной способностью для перевода металлического рутения в четырехвалентное состояние при температуре ниже температуры его разложения и образования трифторида брома.

Список литературы

1. Baldé C.P., Forti V., Gray V., Kuehr R., Stegmann P. *The Global E-waste Monitor 2017*. – Tokyo: UNU Press, 2017. – 116 p.
2. Ivlev S.I., Malin A.V., Karttunen A.J., Ostvald R.V., Kraus F. // *Journal of Fluorine Chemistry*, 2019. – Vol. 218. – P. 11–20.

ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЛИТИЯ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА В ИНЕРТНОЙ АТМОСФЕРЕ

П.В. Шишков

Научный руководитель – к.т.н., доцент ОЯТЦ Ф.А. Ворошилов

ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, pvs17@tpu.ru

Области применения металлического лития очень широки и чаще всего связаны с использованием высоких технологий, включая производство термоэлектрических материалов, производство химических источников тока, производство лазерных материалов, использование в черной и цветной металлургии, производство силикатных материалов, а также использование в текстильной, пищевой промышленности. Изотопы лития играют особую роль в ядерной энергетике [1]. Литий-6 может применяться как замена радиоактивного, нестабильного и невыгодного в обращении трития как в военных так и в мирных целях. В ядерных реакторах применение жидкого лития-7 в качестве эффективного теплоносителя обусловлено очень высокой удельной теплоемкостью и низким сечением захвата тепловых нейтронов.

Выполнение работы

В данной работе рассмотрен электрохимический способ получения лития из расплавов, в качестве солей практикуется использование смеси хлоридов [2]. В частности, снижение температуры электролита добиваются применением смеси хлоридов калия и лития в соотношении 1:1, поскольку такое содержание обеспечивает состав близкий к составу эвтектике в системе LiCl – KCl (при мольной доле LiCl, равной 60%,

$T_{\text{пл.}} = 364$ °С). Температурный диапазон электролиза находится в пределах от 410 до 460 °С.

На катоде количество выделяемого калия увеличивается по мере расходования LiCl, что обуславливает необходимость поддерживать постоянный состав электролита за счет обогащения хлоридом лития. Содержание последнего должно быть выше 53–58%. Для получения более чистого металлического лития необходимо применять в качестве расплава хлорид лития высокого уровня чистоты.

Также нужно учитывать высокую гигроскопичность хлорида лития и хранить его в хорошо изолированной емкости.

В настоящее время в промышленности литий получают в электролизерах открытого типа. Съём жидкого металла с поверхности расплава происходит с помощью сетчатых черпаков. При этом происходит активное захватывание кислорода воздуха, что приводит к снижению качества продукта.

Для получения металлического лития можно использовать электролизер с разделенным анодным и катодным пространством в среде аргона [3]. Графитовый анод окружен катодом из стали. Для разграничения анодного и катодного пространства применяют железную сетчатую диафрагму. Жидкий литий, поднимающийся на поверхность электролита, собирают в прием-

ник, расположенный над катодом. В верхнем перекрытии электролизера располагают канал для удаления хлора и трубы, обеспечивающие питания электролизера расплавом LiCl и отбора жидкого металла.

В силу определенных причин данный вид электролизера до сих пор существует в виде лабораторного образца. Основной проблемой является сбор всплывающего лития на поверхности электролита и его отделения от самого расплава в автоматическом режиме. Нами предприняты

попытки для отработки технологических режимов с целью последующего внедрения данного способа получения на производстве. На основе имеющейся информации изготовлен лабораторный электролизер на 3 литра и составлен план экспериментов для получения опытных партий металлического лития высокой чистоты в контролируемой атмосфере. При этом основной упор в экспериментах сделан на технику отбора металла.

Список литературы

1. Эйдензон М.А. *Металлургия магния и других легких металлов.* – М.: *Металлургия*, 1964.
2. Н.П. Коцупало, А.Д. Рябцев. *Химия и технология получения соединений лития из литиевого гидроминерального сырья.* – Новосибирск: *Академическое изд-во «ГЕО»*, 2008.
3. Москвитин В.И., Николаев И.В., Фомин Б.А. *Металлургия лёгких металлов. Учебник для вузов.* – М.: *Интермет Инжиниринг*, 2005. – 416 с., ил.

СРАВНЕНИЕ СВОЙСТВ МЕДЬ- И ЦЕРИЙ-МОДИФИЦИРОВАННОГО ГИДРОКСИАПАТИТА

А.А. Шнайдемиллер

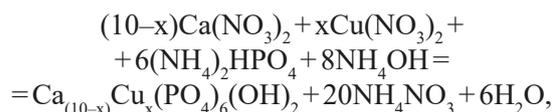
Научный руководитель – к.х.н., доцент кафедры неорганической химии Н.М. Коротченко

*Национальный исследовательский Томский государственный университет (НИ ТГУ)
634050, Россия, Томская обл., Томск, пр. Ленина, 36, shnaimiller97@gmail.com*

Гидроксиапатит (ГА) является биосовместимым и биоактивным материалом. Из-за своего структурного сходства с костным минералом гидроксиапатит широко исследован как материал костного имплантата, используется в медицине, включая стоматологию и ортопедию [1, 2]. Для целевого изменения таких свойств, как антибактериальная активность, механическая прочность, биорезорбируемость, биосовместимость и остеоиндуктивность проводят катионное замещение в структуре гидроксиапатита. Установлено, что антибактериальная активность соединений гидроксиапатита, в разной степени замещенных ионами серебра, меди, цинка и церия, выше, чем у незамещенного гидроксиапатита [3].

Образцы медь- и церий-замещенного ГА (CuГА и CeГА соответственно) были получены осаждением из водных растворов с последующей СВЧ-обработкой согласно методике [4]. В качестве источника ионов Cu^{2+} использовался тетрагидрат нитрата меди(II), ионов Ce^{3+} – гекса-

гидрат нитрата церия(III). Реакцию синтеза для CuГА можно описать следующим уравнением:



где x – количество (моль) ионов меди: 0,01; 0,025 и 0,05. Синтез CeГА происходил аналогично.

Для образцов CuГА и CeГА проведен рентгенофазовый анализ (РФА) на дифрактометре XRD-6000 с CuK_α -излучением; фазовый состав и структурные параметры образцов определены с использованием баз данных PDF 4+ и программы полнопрофильного анализа POWDER CELL 2.4.

Согласно результатам РФА образцы CuГА в основном двухфазные, в них обнаружены медь-содержащие фосфаты. Наличие этих фаз, а также уменьшение параметров элементарной ячейки фазы ГА в образцах CuГА №1 и №2 по сравнению с чистым ГА ($a=9,425 \text{ \AA}$, $c=6,887 \text{ \AA}$), является доказательством того, что ионы меди входят в кристаллическую решетку ГА.