

дного раствора силиката натрия, предназначенного для регенерации костной ткани.

В качестве синтетических фосфатов кальция выступали гидроксипатит $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (Ca/P=1,67), трикальцийфосфат $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (Ca/P=1,5), пирофосфат кальция $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ (Ca/P=1).

В работе были подготовлены высококонцентрированные суспензии и сформованы полуфабрикаты в форме балочек размером $30 \times 10 \times 10$ мм литьем в силиконовые формы. Отверждение высококонцентрированных суспензий происходило самопроизвольно в результате высыхания на воздухе и за счет поликонденсации водного раствора силиката натрия.

Керамические материалы после обжига при 1000°C включали натрий кальциевый силикат $\text{Na}_6\text{Ca}_3\text{Si}_6\text{O}_{18}$ и в небольшом количестве β -ренинит $\beta\text{-NaCaPO}_4$. Геометрическая плотность материалов для всех образцов после обжига при

1000°C составила $0,76\text{--}0,78$ г/см³, а прочность на сжатие $2,5\text{--}3,5$ МПа.

В работе установлена возможность формирования простых 3-х мерных геометрических фигур на основе высококонцентрированных суспензий фосфатов кальция в водном растворе силиката, соответственно, высококонцентрированные суспензии могут быть использованы для создания имплантата заданной архитектуры керамического скелета с использованием аддитивных технологий, в частности, экструзионной 3D-печати.

Таким образом, керамические материалы с неорганической полимерной матрицей на основе водного раствора силиката натрия и кальцийфосфатного наполнителя могут быть рекомендованы для получения пористых композиционных биоматериалов в системе $\text{Na}_2\text{O}\text{--}\text{CaO}\text{--}\text{P}_2\text{O}_5\text{--}\text{SiO}_2$.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 20-03-00550.

ОСАЖДЕНИЕ РАДИЯ 226 ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

А. Б. Капитонов

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

Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, abk14@tpu.ru

Идентификация радия в водных растворах осуществляется преимущественно с применением альфа и бета спектрометрии. Особенностью определения радия в морских водах является пробоподготовка, которая включает стадии химического соосаждения радия с барием и приготовление непосредственно счетного образца. Данный процесс занимает продолжительное время, порой несколько суток, что не может обеспечить экспрессность результатов в ходе экологического мониторинга. Представленный метод позволяет сократить время прободготовки до нескольких минут, что позволяет ускорить получения результатов. Большую роль в представленном процессе играет не только процесс электрохимического соосаждения радия, но и то, что исследуемый материал будет осаждаться непосредственно на мишень, которую сразу можно использовать в альфа и бета спектрометрах, все это позволяет сократить время подготовки пробы.

Электродный потенциал радия не позволяет выделить элемент в металлическом виде на ка-

тоде из водных растворов $\text{Ra} \leftarrow \text{Ra}^{2+} - 2,916 \text{ В}$ [1]. В рассматриваемом методе предлагается, что в основе процесса будет совместное электрохимическое осаждения цинка и радия. Электродный потенциал цинка позволяет выделить его из водных растворов в металлическом виде, и цинк, осаждающийся на катоде, способен сорбировать на своей поверхности молекулы радия.

Для проведения опытов по исследованию процесса совместного осаждения мы использовали: раствор радия азотнокислый, с активностью 40 Бк, раствор азотнокислого цинка с концентрацией 1 М, электролитическую ячейку, источник постоянного тока, инертные электроды.

Во фторопластовую ячейку объемом 50 мл наливаем 25 мл раствора цинка и 1 мл раствора радия, опускаем платиновый анод, подключенный к источнику постоянного тока, устанавливаем необходимую силу тока и задаем время опыта.

В ходе протекания электролиза наблюдаются следующие процессы:

На катоде:



На аноде:



Таким образом, на катоде восстанавливается металлический цинк, одновременно с которым должен соосаждаться радий, а на аноде выделяется кислород.

По закону Фарадея можно рассчитать количество цинка:

$$m = \frac{I \cdot t \cdot M}{F \cdot z}, \text{ г} \quad (4)$$

Измерив активность осадка, по основному закону радиоактивного распада, можно вычислить массу осажденного радия:

$$m = \frac{A \cdot T_{1/2} \cdot M}{\ln 2 \cdot N_A}, \text{ г} \quad (5)$$

Рабочая площадь мишени-катада в нашей электролитической ячейке составила – 3,14 см². При плотности тока 2 А/дм² ток на мишень необходимо подавать в размере 62,8 мА. При указанных параметрах будет происходить наращивание 1 мкм цинка за 30 минут, что должно составить 34,48 мг. Было проведено электролитическое осаждение цинка без добавления радия в раствор, который показал правильность произведенных нами расчетов. При добавлении 1 мл раствора радия в свежую порцию электролита при этих же параметрах осаждения масса осадка возросла до 41,0 мг. Учитывая значительную разность в атомных весах цинка и радия, можно сделать вывод, что произошло их совместное осаждение. Полученный образец передан для определения альфа-активности и расчета степени выделения радия из раствора. Опробированный нами электролитический способ выделения радия может лечь в основу экспресс-методики, которая необходима при исследовании проб морской воды.

Список литературы

1. В. М. Вдовенко, Ю. В. Дубасов. Аналитическая химия радия. – Л.: Наука, 1973. – 189 с.
2. Буткалюк П. С. и др. Получение экспериментальных образцов альфа-излучающих радионуклидов медицинского назначения // Сборник трудов АО ГНЦ НИИАР, 2018. – № 2. – С. 80–92.
3. Кузнецов Р. А. и др. Получение альфа-излучающих нуклидов облучением ²²⁶Ra в высокопоточном реакторе см // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2014. – Т. 16. – № 6–1.

КИНЕТИКА ОБРАЗОВАНИЯ КАРБОНАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Р. Р. Кашурин

Научный руководитель – д.т.н., профессор Т. Е. Литвинова

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский горный университет

199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия д. 2, woodsrk@list.ru

Проблема комплексного использования минерального сырья является значимой в отрасли редких и редкоземельных металлов. Поиск эффективных решений по добыче и переработке минерального сырья для получения редкоземельных металлов был и связан с рядом актуальных проблем редкоземельной промышленности [1]. Перспективные направления включают вовлечение техногенного сырья в промышленный оборот. В работе представлено исследование кинетики образования карбонат-

ных комплексов гадолиния и самария. Полученные результаты отражают зависимость степени извлечения лантаноида от температуры, концентрации комплексообразующего агента и интенсивности перемешивания. Существуют данные по термодинамике растворения малорастворимых соединений РЗМ в водных растворах [2]. В исследовании [3] предложен вариант модели метастабильного растворения карбоната неодима в карбонатном растворе и термодинамические параметры. Поскольку недостаточно актуальных