



Рис. 1. Изменение скорости растворения покрытия в экспериментальных жидкостях с течением времени: зеленые – в растворе Рингера, серые – в растворе мочевины

Дио. В качестве стандартных, эталонных растворов использовались свежеприготовленные модельные растворы.

Химическую стойкость оценивали по скорости растворения покрытия по формуле:

$$R_s = \frac{1}{S} \cdot \frac{dC}{dt},$$

где S – удельная площадь поверхности образца, м²/г.

В случае протекания реакции на однородной поверхности, скорость растворения будет изменяться пропорционально величине поверхности раздела. Результаты приведены на Рисунке 1.

Из графиков зависимостей видно, что на протяжении 400 часов, происходит небольшой рост скорости растворения для большинства об-

разцов, а после ее уменьшение, что, предположительно, связано с обратным осаждением ионов из растворов на тестируемых поверхностях. Однако для образцов, испытывающих гидродинамические нагрузки, по сравнению с образцами, находящимися в растворах в статичных условиях, рост массы и скорость растворения образцов оказались меньше, что предположительно связано с тем, что перемешивание может ограничивать межфазовый массообмен.

Таким образом, было установлено, с увеличением содержания азота в покрытиях – TiON-пленки приобретают химическую, коррозионную стойкость, а нахождение покрытий в динамической среде организма не ускоряет их растворение.

Список литературы

1. Структурные характеристики оксидных и оксинитридных покрытий титана. / А.А. Пустовалова и др. // *Материалы IV Международной научно-практической конференции, г. Томск, 13–15 октября 2016.* – С.80–85.
2. Пичугин В.Ф., Хлусов И.А., *Electrokinetic*

properties, in vitro dissolution, and prospective hemoand biocompatibility of titanium oxide and oxynitride films for cardiovascular stents // Бюллетень сибирской медицины, 2015. – Т.14. – №2. – С.55–66.

РАЗДЕЛЕНИЕ U И Pu ПРИ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ РЕАКТОРОВ ВВЭР

Н.А. Журавлев, В.А. Карелин, А.А. Азанов
Научный руководитель – д.т.н., профессор В.А. Карелин

nikolay_shuravlev@mail.ru

В настоящее время основным источником электроэнергии является ядерная энергетика. По окончании кампании в атомном реакторе накапливается большое количество облученного ядерного топлива (ОЯТ), которое подлежит хра-

нению. В связи с этим становится актуальной разработка оптимальных методов переработки ОЯТ с выделением из него ценных компонентов таких как уран и плутоний.

Основным методом разделения урана и плу-

тония является экстракция. Экстракционная технология переработки ОЯТ и разделения U и Pu основана на совместной экстракции U^{6+} в виде $UO_2(NO_3)_2$ и Pu^{4+} в виде $Pu(NO_3)_4$. Во всех существующих технологиях разделение U и Pu основано на том, что шести- и четырехвалентные U и Pu хорошо растворимы как в водной фазе, так и в 30%-ном растворе ТБФ в разбавителе, а Pu^{3+} практически нерастворим в органической фазе ТБФ. При восстановлении Pu до трехвалентного состояния он полностью переходит в водный раствор восстановителя и выводится из процесса, в то время как уран целиком остается в органической фазе.

В настоящей работе разделение U и Pu проводят в шестивалентном состоянии в виде UO_2^{2+} и PuO_2^{2+} в присутствии высаливателя – нитрата алюминия. Проведены исследования в области влияния концентрации высаливателя, построены зависимости изменения α_{Pu} от концентрации $Al(NO_3)_3$ в растворах уранил-нитрата. Исследовано по влиянию концентрации нитрата алюминия на α_U и α_{Pu} в 15%-ом и 30%-ом трибутилфосфате, а также в различных концентрациях азотной кислоты. Показано, что для использования нитрата алюминия в качестве высаливателя, необходимо проводить процесс в 1 М его растворе.

Построены зависимости изменения α_{Pu} находящегося в различных валентных состояниях (Pu^{6+} , Pu^{4+} и Pu^{3+}) от концентрации HNO_3 и концентрации трибутилфосфата, составляющей 4,5 и 30% соответственно, в углеводородном разбавителе. Наилучшей экстракционной способ-

ностью обладает Pu^{4+} . Максимальное значение $\alpha_{Pu^{4+}}=4,6$ при использовании 4,5-го трибутилфосфата получено в 7 М HNO_3 . Также установлено, что высаливатель также оказывает свое влияние на распределение Pu^{4+} . В 0,5 М $Al(NO_3)_3$ коэффициент распределения составляет 5,7, а без высаливателя 0,63, т.е. увеличивается в 9,1 раза. Дальнейшее увеличение концентрации высаливателя не приводит к существенному увеличению коэффициента распределения Pu^{4+} .

Также выполнены исследования по влиянию высаливателя на поведение примесей в ОЯТ. Построены зависимости α_{Np} от концентрации азотной кислоты при экстракции 30%-ным трибутилфосфатом в керосине с концентрацией высаливателя $Al(NO_3)_3$, равной 1,5 М. Из зависимости видно, что в вышеуказанных условиях α_{Np} настолько мал, что свидетельствует о неэкстрагируемости нептуния.

Коэффициент распределения циркония при низких концентрациях азотной кислоты на три порядка ниже коэффициентов распределения урана и плутония. С увеличением концентрации кислоты коэффициент распределения циркония возрастает, оставаясь все время ниже коэффициентов распределения урана.

Таким образом, анализируя полученные результаты исследований можно сделать вывод о том, что наиболее опасные примеси – Np и Zr – в присутствии высаливателя – 1,5–2,0 М $Al(NO_3)_3$ практически не экстрагируются и не оказывают существенного влияния на процесс экстракционной переработки керамического ОЯТ.

Список литературы

1. Копырин А.А., Карелин А.И., Карелин В.А. *Технология производства и радиохимической переработки ядерного топлива*. – М.: ЗАО «Издательство Атомэнергоиздат», 2006. – 576с.
2. Громов Б.В. *Химическая технология облученного ядерного топлива*. – М.: Атомиздат, 1971. – 448с.
3. Зильберман Б.Я. // *Радиохимия*, 2014. – Т.56. – №6. – С.497–505.
4. Мефодьева М.П. *Соединения трансплутониевых элементов*. – М.: Наука, 1987. – 302с.
5. Пузиков Е.А. // *Радиохимия*, 2013. – Т.55. – №2. – С.140–155.
6. Шилов В.П. // *Радиохимия*, 2014. – Т.56. – №4. – С.289–308.
7. Рябков Д.В. // *Химическая технология*, 2011. – Т.12. – №9. – С.556–563.
8. Громов Б.В. *Химическая технология облученного ядерного топлива*. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 352с.
9. Garraway J. // *J. Less-Common Met.*, 1984. – Vol.97. – P.91–203.
10. Зильберман Б.Я. // *Радиохимия*, 1992. – Т.34. – №4. – С.34–41.
11. Зайцев А.А. // *Радиохимия*, 1964. – Т.6. – №4. – С.440–444.
12. Спицын В.И., Кузина А.Ф. *Технеций*. – М.: Наука, 1981. – 147с.