

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

УДК 544.47

DOI: 10.17223/24135542/1/2

Е.О. Григорьева, И.Г. Ефремов

*Федеральное государственное унитарное предприятие
Федеральная ядерная организация «Горно-химический комбинат»
(Железногорск, Россия)*

Выбор конструкционного материала для аппарата растворителя диоксида плутония

Статья посвящена выбору конструкционного материала для аппарата растворителя диоксида плутония. Выявлены основные свойства, которыми должен обладать конструкционный материал. На основе выявленных свойств поставлен ряд опытов. Установлено влияние материалов на кинетику генерирования серебра и определены коррозионные свойства материалов. В заключении сделан вывод о пригодности материалов для аппарата растворителя. Результаты, полученные в данной работе, могут применяться в дальнейших исследованиях, а также для проектирования промышленного оборудования.

Ключевые слова: диоксид плутония; конструкционные материалы; кинетика; коррозия.

Введение

В настоящее время развитие атомной энергетики связано с развитием реакторов на быстрых нейтронах, основным топливом для которых является МОХ-топливо. Применение плутония при производстве МОХ-топлива возможно лишь при его очистке от Am^{241} . Одним из важных этапов очистки PuO_2 является его растворение в азотной кислоте с последующим проведением экстракции. Одним из таких методов является электрохимический метод растворения диоксида плутония в присутствии медиатора.

Так как в процессе растворения диоксида плутония данным методом используются растворы с высоким окислительным потенциалом, необходимо применение конструкционного материала со следующими технологическими свойствами: высокая коррозионная стойкость; низкое ингибирование процесса электрохимического генерирования Ag(II) . Наиболее перспективными материалами для данного процесса являются цирконий марки Э110 и титан ВТ1-0.

Были проведены опыты по изучению влияния предполагаемых конструкционных материалов на кинетику накопления двухвалентного сере-

бра, а также исследование коррозионных свойств конструкционных материалов.

Экспериментальная часть

Для определения влияния конструкционных материалов на кинетику процесса электрохимического получения Ag^{2+} используется электролизер с ионообменной мембраной. Катод изготовлен из сетки технического титана марки ВТ1-0. Анод выполнен из листовой платины чистотой 99,99%. Разделительная мембрана, разделяющая анодное и катодное пространства, – катионообменная или фторопластовая. Длительность электрогенерирования Ag (II) до отбора пробы 1 ч, эксперименты проводили в течение 6 ч. Плотность тока 3 А/дм^2 . Электрогенерирование ионов Ag (II) проводили в присутствии образцов титана марки ВТ1-0, циркония Э110, а также дисперсной фазы (диоксида титана). Определение концентрации Ag (II) проводили перманганатометрическим методом.

Данные о кинетике накопления Ag (II) в растворе 6 моль/л HNO_3 , содержащем 0,05 моль/л Ag (I), в присутствии титана и циркония представлены на рис. 1 и 2.

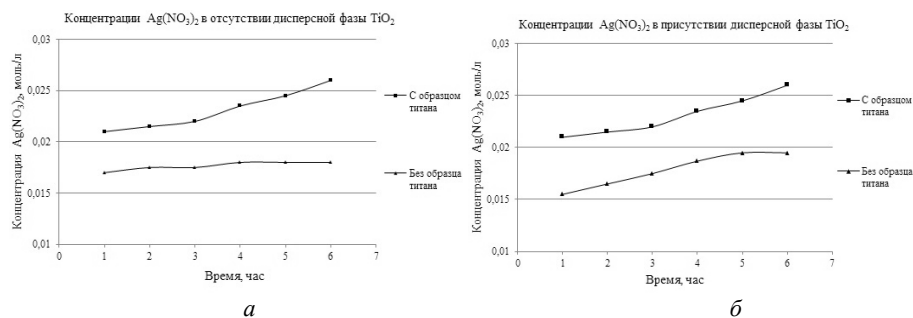


Рис. 1. Концентрации Ag (II) при проведении процесса с образцом титана и без него при плотности тока $i = 3 \text{ А/дм}^2$: а – в отсутствии дисперсной фазы TiO_2 ; б – в присутствии дисперсной фазы TiO_2

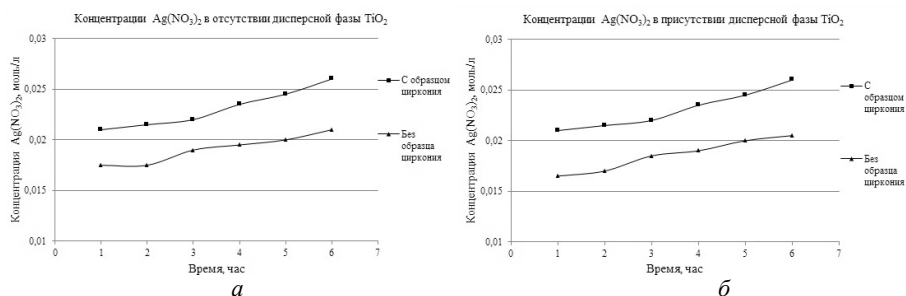


Рис. 2. Концентрации Ag (II) при проведении процесса с образцом циркония и без него при плотности тока $i = 3 \text{ А/дм}^2$: а – в отсутствии дисперсной фазы TiO_2 ; б – в присутствии дисперсной фазы TiO_2

Было установлено, что присутствие образца титана BT1-0 ($S = 29 \text{ см}^2$; толщина – 0,3 мм) вызывало уменьшение стационарной концентрации Ag(II) с 0,025 моль/л до 0,017 моль/л. При этом выход Ag(II) по току за первый час ГСЭ уменьшался с 42 до 31%.

Присутствие сплава циркония Э110 в электролите вызывало уменьшение стационарной концентрации Ag(II) в электролите с 0,025 до 0,019 моль/л. При этом выход Ag(II) за первый час электролиза был близок к 34%.

Как показали результаты испытаний, концентрация Ag(II) в растворе, полученном в присутствии Ti, оказалась меньше, чем в растворе, полученном в присутствии Zr, в среднем на 17%. Также концентрация Ag(II) в растворе, полученном в присутствии Ti, оказалась меньше, чем в «холостом» опыте, примерно на 30%. Как показали дальнейшие исследования, данное изменение концентрации серебра не влияет на кинетику растворения диоксида плутония, следовательно, титан марки BT1-0 удовлетворяет условиям проведения процесса растворения PuO_2 .

Коррозионные испытания конструкционных материалов. Диоксид плутония имеет микротвердость порядка 105НВ, при перемешивании и соприкосновении PuO_2 с поверхностью конструкционного материала могут происходить истирание поверхности и увеличение скорости коррозии.

Были проведены испытания на гидроабразивный и коррозионный износ титановой и циркониевой пластин при плотности тока 3 А/дм^2 . Образец материала испытывался в течение 6 ч при перемешивании (скорость вращения мешалки 700 об./мин) с мониторингом массы образца каждый час. Результаты экспериментов, представленные в табл. 1 и 2, показали, что коррозионная стойкость титана в условиях электрогенерирования Ag(II) выше, по сравнению с цирконием.

Таблица 1
Скорость коррозии титана BT1-0 в среде 6М HNO_3
и в присутствии окислителя Ag^{2+}

Время, ч	Скорость коррозии		Время, ч	Скорость коррозии	
	г/(м ² ×ч)	мм/год		г/(м ² ×ч)	мм/год
1	0,203	0,391	4	0	0,000
2	0,068	0,130	5	0,0344	0,065
3	0	0,000	6	0	0,000

Таблица 2
Скорость коррозии циркония в среде 6М HNO_3 и в присутствии окислителя Ag^{2+}

Время, ч	Скорость коррозии		Время, ч	Скорость коррозии	
	г/(м ² ×ч)	мм/год		г/(м ² ×ч)	мм/год
1	0,120	0,162	4	0,060	0,081
2	0,150	0,202	5	0,030	0,040
3	0,060	0,081	6	0,030	0,040

При визуальном осмотре поверхности образцов титана и циркония не обнаружено локальной коррозии в виде питтинга и язв, что позволяет отнести данные материалы к категории коррозионно-стойких для данных условий.

Заключение

Цирконий имеет, в сравнении с титаном, более высокую скорость коррозии, что влияет на расчет срока службы аппарата растворения. С экономической точки зрения цена циркония превышает цену титана примерно в три раза. Уменьшение концентрации Ag(II) при испытании образца титана не влияет на кинетику растворения диоксида плутония. Таким образом, на основе полученных результатов можно сделать вывод, что в качестве конструкционного материала для аппарата-растворителя диоксида плутония целесообразнее использовать титан марки ВТ1-0.

Авторский коллектив:

Григорьева Елена Олеговна, инженер-физик отдела материаловедения (группа коррозии) Федерального государственного унитарного предприятия Федеральная ядерная организация «Горно-химический комбинат» (Железногорск, Россия).

E-mail: elenagrigorieva92@gmail.com

Ефремов Игорь Геннадьевич, канд. хим. наук, начальник отдела материаловедения (группа коррозии) Федерального государственного унитарного предприятия Федеральная ядерная организация «Горно-химический комбинат» (Железногорск, Россия).

E-mail: elenagrigorieva92@gmail.com

Tomsk State University Journal of Chemistry, 2015, 1, 9-12. DOI: 10.17223/24135542/1/2

***Е.О. Grigoreva, I.G. Efremov**

Federal State Unitary Enterprise Mining and Chemical Combine (Zheleznogorsk, Russian Federation)

*E-mail: elenagrigorieva92@gmail.com

CHOICE CONSTRUCTION MATERIAL FOR DEVICES SOLVENT PLUTONIUM DIOXIDE

The article is devoted to the selection of the structural material for the installation for plutonium dioxide dissolving. The article reveals the basic properties, which a structural material should have.

Based on the identified properties a series of experiments was made. It was determined the effect of structural material on the kinetics of generation of silver and corrosion properties of materials. As a result chosen structural materials for the installation can be concluded as suitable materials.

Results obtained in this study can be applied for the design of industrial equipment and in future research.

Keywords: *plutonium dioxide; construction materials; kinetics; corrosion.*