

ЭЛЕКТРОДНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ЦИРКОНИЯ В ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С ГАЛЛИЕМ И СПЛАВАМИ НА ЕГО ОСНОВЕ

Яковлев А.В.¹, Новикова М.Н.¹, Волкович В.А.¹

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: yakoblev121299@gmail.com

ELECTRODE POTENTIALS OF ZIRCONIUM IN LIQUID METAL SYSTEMS WITH GALLIUM AND GALLIUM-BASED ALLOYS

Yakovlev A.V.¹, Novikova M.N.¹, Volkovich V.A.¹

¹) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Electrode potentials of zirconium in Zr–Ga, Zr–Ga–In and Zr–Ga–Zn alloys were measured in LiCl–KCl–CsCl based melts containing added K₂ZrF₆. The measurements were performed at 300–850 °C.

Неводные методы переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) рассматриваются в качестве основы для реализации короткозамкнутого ядерного топливного цикла реакторов на быстрых нейтронах. Наибольший интерес представляют пироэлектрохимические методы, реализуемые в среде солевых расплавов. Разделение компонентов ОЯТ осуществляется в таких технологиях осуществляется за счёт различных электрохимических свойств, которые зависят от состава электролита и природы материала электрода. Электродные потенциалы урана и циркония в хлоридных расплавах близки, что затрудняет глубокую очистку урана от этого продукта деления.

Одним из возможных способов разделения урана и циркония являются электрохимические процессы на активных жидкометаллических электродах. Галлий и сплавы на основе галлия являются перспективными для разделения урана и редкоземельных металлов. Поэтому представляло интерес проверить перспективность использования жидкометаллических систем на основе галлия для глубокого разделения урана и циркония. Целью настоящей работы поэтому являлось определение электродных потенциалов циркония в сплавах с галлием и смесями на его основе. Эксперименты выполняли при температурах от 300 до 850 °C с использованием метода измерения электродвижущих сил следующих гальванических элементов:

РЭ | (LiCl–KCl–CsCl)–ZrCl₄ || (LiCl–KCl–CsCl)–AgCl | Ag

РЭ | (LiCl–KCl–CsCl)–K₂ZrF₆ || (LiCl–KCl–CsCl)–AgCl | Ag

В качестве рабочих электродов (РЭ) использовали смеси циркония с галлием с эвтектическими сплавами галлия с индием и цинком: Zr–Ga, Zr–(Ga–In)_{эвт.} и Zr–(Ga–Zn)_{эвт.} Содержание циркония в сплавах составляло 7–10 мас. %, что

превышает растворимость циркония в галлии во всём рабочем диапазоне температур. Электродом сравнения служила серебряная проволока, погруженная в расплав эвтектической смеси LiCl-KCl-CsCl с добавкой 1 мол. % хлорида серебра.

Пример температурной зависимости электродных потенциалов циркония в сплавах Zr-Ga , измеренных в расплавах $(\text{LiCl-KCl-CsCl})\text{-K}_2\text{ZrF}_6$ представлен на рисунке 1. Видно, что изменение концентрации циркония в галлиевом сплаве с 6 до 9 мас. % не оказывает влияния на величину электродного потенциала. Это указывает на то, что во всех сплавах в равновесии с жидкой фазой присутствовало одно и то же интерметаллическое соединение. Также видно, что с повышением температуры электродный потенциал сплава закономерно смещается в область положительных значений, от $-1,7$ до $-1,3$ В.

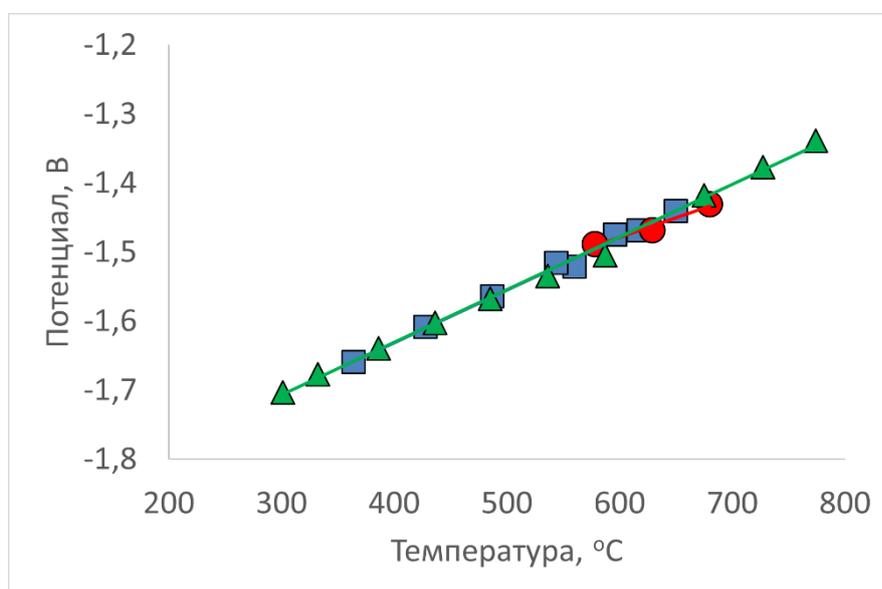


Рис.1. Электродные потенциалы Zr в расплавах $(\text{LiCl-KCl-CsCl})\text{-K}_2\text{ZrF}_6$ (потенциалы приведены относительно Ag^+/Ag . Содержание Zr в сплаве Zr-Ga , мас. %: 6,36 (квадраты); содержание Zr в сплаве $\text{Zr-(Ga-In)}_{\text{эвт.}}$, мас. %: 6,83 (круги); содержание Zr в сплаве $\text{Zr-(Ga-Zn)}_{\text{эвт.}}$, мас. %: 9,25 (треугольники).

Используя полученные ранее данные об электродных потенциалах циркония в исследованных солевых расплавах появляется возможность для определения термодинамических характеристик интерметаллических соединений циркония, образующихся в сплавах с галлием и смесями Ga-In и Ga-Zn .