

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СПЛАВОВ НИКЕЛЯ С ТЕЛЛУРОМ МЕТОДАМИ ПОЛЯРИЗАЦИИ И ХРОНОПОТЕНЦИОМЕТРИИ

Маркелов В.И.<sup>1</sup>, Телешев А.Ю.<sup>1</sup>, Иванов В.А.<sup>1</sup>, Половов И.Б.<sup>1</sup>,  
Волкович В.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Уральский Федеральный Университет, Екатеринбург, Россия  
E-mail: WladisM@mail.ru

## THE DETERMINATION OF THERMODYNAMIC CHARACTERISTICS OF NICKEL-TELLURIUM ALLOYS BY POLARIZATION AND CHRONOPOTENTIOMETRY METHODS

Markelov V.I.<sup>1</sup>, Teleshev A. Yu<sup>1</sup>, Ivanov V.A.<sup>1</sup>, Polovov I.B.<sup>1</sup>, Volkovich V.A.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>) Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

The present investigation is focused on the experimental investigation of tellurium thermodynamic properties in terms of possible application of molten salt nuclear reactors. The thermodynamic characteristics of nickel-tellurium alloys were measured by polarization and chronopotentiometry methods.

Проекты реакторов на расплавах солей, также известных как жидкосолевые (ЖСР), известны с 50-х годов прошлого столетия [1]. Несмотря на все преимущества и потенциальную безопасность ЖСР, проблема с выбором конструкционных материалов не позволяет разработать надежную конструкцию ядерно-энергетической установки (ЯЭУ). Причина состоит в том, что создание и эксплуатация ЯЭУ осложнена повышенной коррозионной активностью топливной соли на основе агрессивных фторидов щелочных металлов, во-многом осложненной влиянием теллура как продукта деления на стойкость конструкционных материалов по отношению межкристаллитному разрушению.

В качестве наиболее перспективных материалов для ЯЭУ ЖСР рассматриваются сплавы на основе никеля. Никелевые сплавы сочетают в себе коррозионную стойкость к агрессивным средам, приемлемые механические и технологические свойства. Однако проведенные ранее исследования применения сплавов на основе никеля выявили проблемы [2], заключающиеся в межкристаллитном растрескивании сплавов на основе никеля, причиной которых является диффузия продукта деления теллура из топливной соли в металл по границам зерен с последующим взаимодействием с компонентами сплавов, что, в свою очередь, обуславливает образование на границах зерен теллуридных включений с последующим изменением структуры сплава, а также деградации прочностных характеристик.

Для понимания причин возникновения вызванной теллуридом коррозии необходимо исследование термодинамических характеристик соединений теллура с

никелем и основными легирующими элементами сплавов – железом, молибденом, хромом. Данная работа посвящена определению термодинамических характеристик сплавов никеля с теллуром. Эксперименты по исследованию термодинамических свойств проводили в модельном расплаве на основе эвтектической смеси (Na-K-Cs)Cl.

Измерения выполняли методами поляризации и хронопотенциометрии. В работе использовали торцевые электроды из никеля; в некоторых экспериментах поверхность никеля предварительно покрывали тонкой плёнкой теллура. Исследования проводили при температурах 500–700 оС, соответствующих рабочим параметрам ЯЭУ ЖСР. Хронопотенциограммы анализировали на предмет наличия перегибов, обусловленных изменением состава сплава в поверхностном слое. Потенциалы, соответствующие характерным точкам, были соотнесены с диаграммой состояний системы Ni-Te. По значениям потенциалов рассчитывали термодинамические характеристики образующихся соединений. Используемый метод позволяет определять характеристические потенциалы с точностью  $\pm 5\text{--}10$  мВ, что соответствует погрешности определения изменения энергии Гиббса около 2–3 кДж/моль.

Потенциалы характерных точек относительно никелевого электрода сравнения позволили рассчитать активность никеля в сплавах. Полученные значения хорошо согласуются с литературными данными [3]. Так для соединения, описываемого формулой  $\text{Ni}_2\text{Te}_3$ , попадающего в гомогенную область  $\text{NiTe}_{2-x}$ , изменение энергии Гиббса образования (в расчёте на один атом никеля) составили  $-66,7$  кДж/моль,  $-61,8$

1. В.Л. Блинкин, В.М. Новиков. Жидкосолевые ядерные реакторы. — М.: Атомиздат, 1978.
2. Игнатъев В.В. Экспериментальное исследование теллуровой коррозии никель – молибденовых сплавов в расплаве солей фторидов лития, бериллия и урана [Текст] / Игнатъев В.В., Суренков А.И., Гнидой И.П., Углов В.С., Конаков С.А. – Атомная энергия т. 20 выпуск 6, 2016. – 326 с.
3. Roine A., Lamberg P., Mansikkaato J., et al. HSC, version 6.12. Outec Research Oy, 2007.