

Термическое расширение твердых сплавов системы Zr-Nb при высоких температурах

Горбатов В.И.^{1,2}, Ивлиев А.Д.^{3,4,@}, Куклина А.А.^{1,5},
Смирнов А.Л.¹ и Талуц С.Г.¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет», ул. Куйбышева, 30, Екатеринбург, Свердловская обл., 620144, Россия

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики Уральского отделения Российской академии наук, ул. Амундсена, 107а, Екатеринбург, Свердловская область, 620110, Россия

³ Уральский государственный педагогический университет, пр-т. Космонавтов, 26, Екатеринбург, Свердловская область, 620091, Россия

⁴ Негосударственное частное образовательное учреждение высшего образования "Технический университет УГМК", пр-т Успенский, 3, г. Верхняя Пышма, Свердловская обл., 624091, Россия

⁵ Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, ул. Мира, 21, Екатеринбург, 620000, Россия

@ ad_i48@mail.ru

Сплавы системы Zr-Nb перспективны для создания новых материалов, обладающих высокими механическими свойствами и жаростойкостью. Исследование свойств данной системы имеет и чисто научный интерес, поскольку в конечном итоге позволит изучить физику процессов, протекающих в этих сплавах и позволит создавать материалы с прогнозируемыми характеристиками. В настоящей работе рассмотрены температурные зависимости линейного теплового расширения. Измерения выполнены вертикальным dilatометром Linseis DIL L75VS1600. Расширенная неопределенность измерений составила 2%. Интервал температур 550-1600 К. Измерения выполнены в защитной атмосфере аргона высокой чистоты (99,998 об.%).

Система Zr-Nb обладает достаточно сложной фазовой диаграммой [1]. В данном случае отметим лишь структурное превращение, протекающее в диапазоне температур от 900 до 1300 К. Данный переход, происходит в интервале концентраций практически

от 0 до примерно 85 ат% Nb. В области более низких температур сплав представляет собой смесь α -Zr (ГПУ структура) и Nb (ОЦК структура). Затем, по мере нагрева, происходит расслоение: β -Zr и β -Nb, представляющие собой соответственно твердый раствор Nb в β -Zr (ОЦК) и твердый раствор β -Zr в ниобии. При более высоких температурах происходит образование твердого раствора Zr-Nb. Целью данной работы явилось изучение особенностей протекания фазовых превращений.

Из экспериментальных результатов следует, что заметные аномалии относительного удлинения возникают не во всем интервале концентраций, а лишь в диапазоне от 0 до 30 ат% Nb. Именно в этой области происходит переход циркония от ГПУ структуры к ОЦК. Этот процесс, как видно из результатов эксперимента, является основным. Он сказывается на процессе расширения образца: при концентрациях до 7 ат% Nb расширение происходит с минимальным коэффициентом линейного термического расширения, а в интервале от 7 до 20 ат% Nb – с максимальным. Имеется хорошая корреляция данных результатов с результатами исследования температуропроводности и удельного электрического сопротивления. Таким образом, основные аномалии в процессе расширения сплавов Zr-Nb соответствуют полиморфному фазовому превращению в цирконии от структуры ГПУ к ОЦК.

- [1] 2001 *Диаграммы состояния двойных металлических систем: справочник: в 3-х т.: Т.3. Кн. I. / Под общ. ред. Н. П. Лякишева.* (М.: Издательство "Машиностроение")