Состав и структура высокоэнтропийных сплавов NiCoFeCr и NiCoFeCrMn, последовательно облученных низкоэнергетическими

ионами криптона и гелия



В.В. Углов¹⁾, И.А. Иванов²⁾, С.В. Злоцкий¹⁾, А.Е. Рысқулов²⁾,

Б.С. Аманжулов²⁾, М.В. Колобердин²⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь ²⁾Институт ядерной физики МЭ РК, Нур-Султан, Казахстан



52-я Международная Тулиновская конференция по Физике Взаимодействия Заряженных Частиц с Кристаллами Москва, МГУ им М.В. Ломоносова, 30 мая – 1 июня 2023

Введение

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

В последние годы интенсивно исследуется новый класс металлических материалов – высокоэнтропийные сплавы (ВЭСы), которые обладают рядом уникальных свойств и могут быть использованы в различных областях техники [1-2]. В частности, считается, что ВЭСы являются перспективными радиационностойкими материалами для ядерных реакторов нового поколения и будущих термоядерных реакторов [3-4]. Многокомпонентность (обычно не менее пяти элементов) и высокое содержание каждого компонента (более 5 ат.%) в этих сплавах приводят к высокой энтропии смешения, благодаря чему в ряде материалов формируются однофазные твердые растворы, которые имеет простую ОЦК- или ГЦК-решетку. Данная работа посвящена исследованию микроструктуры, фазового состава и внутренних напряжений высокоэнтропийного сплава NiCoFeCr, NiCoFeCrMn облученного И последовательно низкоэнергетическими ионами криптона и гелия.

Приготовление образцов

высокоэнтропийных сплавов NiCoFeCr и NiCoFeCrMn Образцы осаждались дуговым плавлением порошков чистых металлов (99,97%) в атмосфере аргона высокой чистоты. Слитки отжигали при 1150 °С в течение 24 ч до холодной прокатки (обжатие по толщине 85 %) и в течение

Облучение

(ускоритель тяжелых ионов ДС-60)







- Напряжения исследовались в области 1 и 2 при различных углах падения рентгеновского излучения.
- Область 1 соответствует максимальной повреждающей дозе ионами криптона, а область 2 максимальной повреждающей дозе ионов гелия.

Напряжения в ВЭС после облучения ионами Kr и He

- Однофазные твердые растворы с гранецентрированной кубической решеткой.
- ВЭС крупнозернистые (размер зерна около 100-300 мм).









- Макронапряжения в исходных сплавах растягивающие (100-150 МПа).
- Уровень растягивающих напряжения в ВЭС CoCrFeNi выше, чем в CoCrFeNiMn.
- Облучение ионами криптона ВЭСов приводит к изменению уровня растягивающих напряжений в области максимальной повреждающей дозы криптона (область 1) и возникновению сжимающих напряжений в области максимальной концентрации имплантированного криптона (области 2).
- Облучение ионами криптона никеля приводит к росту растягивающих напряжений.
- Облучение ионами гелия приводит к формирванию сжимабщих напряжений во всех образцах.
- Уровень сжимающих напряжений в ВЭСах выше в области максимальной повреждающей дозы.
- Последовательное облучение ионами криптона и гелия приводит к значительному

(отсутствие распада твердого

EHT = 20.00 kV Signal A = BSD Date :8 Jun 2020

Увеличение параметра решетки

уменьшению уровня напряжений по сравнению с режимом облучения только ионами гелия в области 1 и незначительному уменьшению в области 2.

ВЭСы NiCoFeCrMn показывает более высокие макронапряжения по сравнению с NiCoFeCr, что связано о более высокой степени подавлении подвижности имплантированного гелия в них и свидетельствует об их высокой радиационной стойкости по сравнению с NiCoFeCr.

(2004) 213-218.

100762.

Выводы-

Литература

[3]. M.-H. Tsai, J.-W. Yeh // Mater. Res. Lett. 2 (2014) 107-123.

[5]. F. Otto, Y. Yang et al. // Acta Mater. 61 (2013) 2628-2638.

[6]. K. Jin et al. // Scripta Materialia 119 (2016) 65–70.

[4]. D.B. Miracle, O.N. Senkov // Acta Materialia 122 (2017) 448 -511.

[7]. R.W. Harrison et al. Cur. Opin. in Sol.Stat.Mater. Scien. 23 (2019)

1755

[1]. B. Cantor, I.T.H. Chang, P. Knight et al. // Mater Sci Eng A. 375–377

[2]. J.W. Yeh, S.K. Chen, S.J. Lin et al. // Adv Eng Mater. 6 (2004) 299–303.

2025

Облучение ионами К	r и Не не приводи ⁻	к изменению элеме	нтного, фазового сс	остава и микроструктуры
ВЭСов NiCoFeCrMn и	NiCoFeCr.			
				house a chonse pour

- Облучение ионами Kr приводит к небольшому уменьшению уровня растягивающих и формированию невысокого уровня сжимающих напряжений, что связано с формированием радиационных дефектов низкой концентрации имплантированного Kr.
- Облучение ионами Не приводит к формированию высокого уровня сжимающих напряжений, что обусловлено сильным влиянием имплантированного гелия.
- Высокий уровень сжимающих напряжений в ВЭСах NiCoFeCrMn связан с более высокой степенью подавлении подвижности имплантированного гелия и свидетельствует об их высокой радиационной стойкости по сравнению с NiCoFeCr.