

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра физики твердого тела**

СТЕПАНЮК
Никита Александрович

**ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ИОНАМИ ГЕЛИЯ И КРИПТОНА НА
ФАЗОВЫЙ СОСТАВ, МИКРОСТРУКТУРУ ПОВЕРХНОСТИ И
ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВАНАДИЕВЫХ И НИКЕЛЕВЫХ
ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СПЛАВОВ**

Дипломная работа

Научный руководитель:
доктор физико-математических наук,
профессор В.В. Углов

Допущена к защите
«__» _____ 2022 г.
Зав. кафедрой физики твердого тела
доктор физико-математических наук,
профессор В.В. Углов

Минск, 2022

Оглавление

Реферат -----	3
Перечень сокращений-----	6
Введение -----	7
Глава 1. Современное состояние исследований в области высокоэнтропийных сплавов и их свойств -----	8
1.1. Термодинамика и особенности структуры высокоэнтропийных сплавов	
1.2. Способы получения высокоэнтропийных сплавов -----	15
1.3. Особенности процессов, происходящих в высокоэнтропийных сплавах при ионном облучении -----	16
1.4. Никель и ванадий в высокоэнтропийных сплавах -----	17
1.5. Постановка задачи-----	19
Глава 2. Используемые методы исследования	
2.1. Получение объектов исследования	
2.2. Методы изучения объектов	
2.2.1. Моделирование процессов облучения методом Монте-Карло -----	20
2.2.2. Облучение ионами -----	21
2.2.3. Рентгеноструктурный анализ-----	22
2.2.4. Растровая электронная микроскопия -----	23
2.2.5. Четырехзондовый метод измерения электрического сопротивления---	25
Глава 3. Результаты экспериментальных исследований образцов систем CoCrFeMnNi и CoCrFeNi и их обсуждение	
3.1. Дисторсии решетки -----	27
3.2. Микроструктура поверхности и фазовый состав исходных образцов	
3.2.1. Морфология поверхности исходных образцов-----	28
3.2.2. Фазовый состав исходных образцов -----	34
3.3. Микроструктура поверхности, фазовый состав и физические свойства облученных образцов	
3.3.1. Морфология поверхности облученных образцов-----	42
3.3.2. Фазовый состав облученных образцов -----	45
3.3.3. Электрическое сопротивление исходных и облученных образцов -----	53
Заключение -----	55
Список литературных источников -----	57

Реферат

Дипломная работа, 57 стр., 3 главы, 44 рис., 4 табл, 25 источников.

ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ИОНАМИ ГЕЛИЯ И КРИПТОНА НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ, МИКРОСТРУКТУРУ ПОВЕРХНОСТИ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВАНАДИЕВЫХ И НИКЕЛЕВЫХ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СПЛАВОВ

В качестве объектов использовались образцы ГЦК-сплавов CoCrFeNi, CoCrFeMnNi и ОЦК-сплава NbTaTiV, изготовленного методом дуговой плавки в Пекинском Технологическом Институте (Китайская Народная Республика).

Целью работы было выявление закономерностей между теоретическими значениями дисторсий решетки сплавов, типа их решетки и влиянием ионного облучения на микроструктуру, фазовый состав и свойства сплавов.

Для выбора режима облучения проводилось моделирование повреждения материала в программном пакете SRIM-2013. Облучение низкоэнергетическими ионами He и Kr производилось на ионном ускорителе ДЦ-60 в Астанинском филиале Института ядерной физики Республики Казахстан. Исходные и облученные образцы исследовались методами рентгеноструктурного анализа и растровой электронной микроскопии, также были произведены расчет величины дисторсий в сплавах и измерение их поверхностного электрического сопротивления.

Установлено, что для сплавов с одинаковым типом решетки увеличение дисторсий положительно сказывается на радиационной стойкости, а также, что высокоэнтропийные сплавы с ОЦК-решеткой показывают большую подвижность дефектов и большую радиационную стойкость в сравнении со сплавами с ГЦК-решеткой при отсутствии больших концентраций внедренных примесей.

Рэферат

Дыпломная праца, 57 стар., 3 главы, 44 мал., 4 табл, 25 крыніц.

УПЛЫЎ АПРАМЯНЕННЯ ІОНАМІ ГЕЛІЯ І КРЫПТОНУ НА ФАЗАВЫ СКЛАД, МІКРАСТРУКТУРУ ПАВЕРХНІ І ФІЗІЧНЫЯ ЎЛАСЦІВАСЦІ ВАНАДЫЕВЫХ І НІКЕЛЕВЫХ ВЫСОКАЭНТРАПІЙНЫХ СПЛАВАЎ

У якасці аб'ектаў выкарыстоўваліся ўзоры ГЦК-сплаваў CoCrFeNi , CoCrFeMnNi і ОЦК-сплаву NbTaTiV , вырабленых метадам дугавой плаўкі ў Пекінскім Тэхналагічным Інстытуце (Кітайская Народная Рэспубліка).

Мэтай працы было выяўленне заканамернасцяў паміж тэарэтычнымі значэннямі дысторсіі рашоткі сплаваў, тыпу іх рашоткі і ўплывам іённага апрамянення на мікраструктуру, фазавы склад і ўласцівасці сплаваў.

Для выбару рэжыму апраменьвання праводзілася мадэляванне пашкоджання матэрыялу ў праграмным пакеце SRIM-2013. Апраменьванне нізкаэнергетычных іонамі He і Kr праводзілася на іённым паскаральніку ДЦ-60 у Астанінскім філіяле Інстытута ядзернай фізікі Рэспублікі Казахстан. Зыходныя і апрамененыя ўзоры даследаваліся метадамі рэнтгенаструктурнага аналізу і растравай электроннай мікраскапіі, таксама былі зроблены разлік велічыні дысторсіі ў сплавах і вымярэнне іх павярхоўнага электрычнага супраціву.

Усталявана, што для сплаваў з аднолькавым тыпам рашоткі павелічэнне дысторсій дадатна адбіваецца на радыяцыйнай устойлівасці, а таксама, што высокаэнтрапійныя сплавы з ОЦК-рашоткай паказваюць большую рухомасць дэфектаў і большую радыяцыйную ўстойлівасць у параўнанні са сплавамі з ГЦК-рашоткай пры адсутнасці вялікіх канцэнтрацый укаранёных прымешак.

Abstract

Thesis, 57 pages, 3 chapters, 44 figures, 4 tables, 25 sources.

INFLUENCE OF HELIUM AND CRYPTON ION IRRADIATION ON THE PHASE COMPOSITION, SURFACE MICROSTRUCTURE AND PHYSICAL PROPERTIES OF VANADIUM AND NICKEL HIGH-ENTROPIC ALLOYS

The objects used were samples of fcc alloys CoCrFeNi, CoCrFeMnNi, and bcc alloy NbTaTiV, manufactured by arc melting at the Beijing Institute of Technology (China).

The aim of the work was to reveal the regularities between the theoretical values of the lattice distortions of alloys, the type of their lattice and the effect of ion irradiation on the microstructure, phase composition and properties of alloys.

For irradiation mode selection, the damage of material was simulated with SRIM-2013 software. Irradiation with low-energy He and Kr ions was carried out at the DC-60 ion accelerator in the Astana branch of the Institute of Nuclear Physics of the Republic of Kazakhstan. The initial and irradiated samples were investigated by X-ray diffraction analysis and scanning electron microscopy, and the distortions in the alloys were calculated and their surface electrical resistance was measured.

It was found out that for alloys with the same type of lattice, an increase in distortions has a positive effect on radiation resistance, and also that high-entropy alloys with bcc lattice show a greater mobility of defects and a greater radiation resistance in comparison with alloys with fcc lattice in the absence of high concentrations of embedded impurities.