

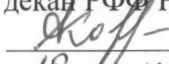
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)
Физический факультет
Кафедра физики металлов

ДОПУСТИТЬ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ ГЭК

Руководитель ООП

к.ф.-м.н., доцент кафедры КЭиФ

декан РФФ НИ ТГУ

 А.Г. Коротаев
« 15 » июня 2020 г.

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД

об основных результатах подготовленной научно – квалификационной работы
(диссертации)

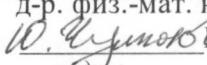
ЭФФЕКТ ПАМЯТИ ФОРМЫ И СВЕРХЭЛАСТИЧНОСТЬ В МОНОКРИСТАЛЛАХ
ФЕРРОМАГНИТНЫХ СПЛАВОВ FeNiCoAlTi и FeMnAlNi

по основной образовательной программе подготовки научно-педагогических кадров в
аспирантуре
направление подготовки 03.06.01 – Физика и астрономия

Поклонов Вячеслав Вадимович

Научный руководитель

д-р. физ.-мат. наук, профессор,

 О.И. Чумляков
подпись

« 15 » июня 2020 г.

Автор работы

аспирант

 В.В. Поклонов
подпись

Разработка функциональных материалов с необходимым комплексом уникальных механических свойств, которые позволяют их эксплуатацию в авиационно-космической и машиностроительной промышленности в качестве демпфирующих устройств, датчиков и актюаторов, является одним из приоритетных направлений современного материаловедения, в частности физики термоупругих мартенситных превращений (МП). Настоящее исследование направлено на изучение процессов, связанных с развитием термоупругих МП, в неэквивалентных высокоэнтропийных монокристаллах ферромагнитных сплавов на основе железа [1–6]. Неэквивалентные высокоэнтропийные ферромагнитные сплавы на основе железа $\text{Fe}_{41}\text{Ni}_{28}\text{Co}_{17}\text{Al}_{11,5}\text{Ti}_{2,5}$ (ат. %) и $\text{Fe}_{43,5}\text{Mn}_{34}\text{Al}_{15}\text{Ni}_{7,5}$ (ат. %), испытывающие термоупругие γ - α' - и α - γ' -МП с эффектом памяти формы (ЭПФ) и сверхэластичностью (СЭ) в широком температурном интервале, и обладающие высоким уровнем прочностных свойств, являются перспективными функциональными материалами. Известно, что в сплавах данных систем при термической обработке старением происходит выделение дисперсных наноразмерных частиц γ' -фазы, атомноупорядоченной по типу L1_2 , и наноразмерных частиц B2-фазы. В настоящее время систематических исследований влияния частиц γ' - и B2-фазы на прочностные и функциональные свойства в монокристаллах сплавов FeNiCoAlTi и FeMnAlNi в литературе нет. Поэтому, целью данной работы является изучение влияния размера и объемной доли наноразмерных частиц γ' - и B2-фазы на развитие термоупругих γ - α' - и α - γ' -МП, уровень прочностных свойств высокотемпературной фазы, температурный интервал образования мартенсита под нагрузкой, температуры МП, величину максимальной обратимой деформации и температурный интервал проявления СЭ.

На монокристаллах неэквивалентного высокоэнтропийного сплава на основе железа $\text{Fe}_{41}\text{Ni}_{28}\text{Co}_{17}\text{Al}_{11,5}\text{Ti}_{2,5}$ (ат. %), ориентированных для растяжения вдоль [001]-направления, экспериментально показано, что наночастицы диаметром $d = 4$ нм определяют способность испытывать обратимые γ - α' -МП под нагрузкой в температурном интервале от 183 до 323 К, а при упрочнении частицами с $d = 16$ нм обратимые термоупругие превращения наблюдаются только при охлаждении/нагреве в свободном состоянии. Предполагается, что частицы γ' -фазы с $d = 4$ нм имеют когерентное сопряжение решеток с высокотемпературной γ -фазой и когерентность сохраняется при γ - α' -МП. Развитие γ - α' -МП происходит в высокопрочной аустенитной фазе, в которой максимальные значения напряжений составляет 870 МПа и это приводит к затруднению развития пластической деформации аустенита при γ - α' -МП под нагрузкой. Рост частиц до $d = 16$ нм сопровождается разупрочнением высокотемпературной фазы и максимальные значения напряжений уменьшается до 640 МПа. Частицы с $d = 16$ нм могут иметь полукogerentное сопряжение с

аустенитом и при γ - α' -МП становятся полностью некогерентными. В результате при γ - α' -МП не происходит накопления упругой энергии ΔG_{el} , которая релаксирует за счет образования дислокаций и приводит к росту рассеянной энергии ΔG_{diss} . При $d = 4$ нм при γ - α' -МП запасается значительная упругая энергия ΔG_{el} , которая значительно превышает ΔG_{diss} и способствует развитию γ - α' -МП под нагрузкой.

Исследования монокристаллов $Fe_{43,5}Mn_{34}Al_{15}Ni_{7,5}$ (ат. %), ориентированных вдоль [122]-направления, в закаленном состоянии при деформации растяжением, для которой теоретическая величина деформации решетки ϵ_0 определяется вкладом деформации образования сдвойникованной структуры мартенсита $\epsilon_{CVP} = 8\%$, показани, что максимальная величина СЭ, определенная в экспериментах по циклированию при комнатной температуре, составляет 4%, а максимальный уровень напряжений достигает 600 МПа. При деформации сжатием, для которой ϵ_0 определяется суммой ϵ_{CVP} и деформации раздвойникованием γ' -мартенсита ϵ_{detw} и составляет $5,5\% + 3,5\% = 9\%$, наблюдается СЭ до 2% при величине заданной деформации 3%, а максимальный уровень напряжений составляет 400 МПа. В кристаллах, ориентированных вдоль [001]-направления, при деформации сжатием, для которых $\epsilon_0 = \epsilon_{CVP} = 10,5\%$, $\epsilon_{СЭ} = 5,7\%$ при максимальном уровне напряжений, достигающем 700 МПа. При деформации растяжением, в которой $\epsilon_0 = \epsilon_{CVP} + \epsilon_{detw} = 10,5\% + 16\% = 26,5\%$, наблюдается падение максимального уровня напряжений до 250 МПа, а величина СЭ не превышает 2%. Анализ экспериментальных данных показывает, что величина СЭ зависит от вклада деформации раздвойникованием γ' -мартенсита ϵ_{detw} . В том случае, если ϵ_{detw} имеет место, то величина СЭ ограничивается 2% и при увеличении заданной деформации наблюдается стабилизация мартенсита напряжения. Если вклад ϵ_{detw} в ϵ_0 отсутствует, то величина СЭ равна 4–6% и ограничивается только пластичностью кристалла.

Достоверность результатов, полученных в настоящей научно-исследовательской работе, подтверждается: использованием современных методов исследования; согласованием результатов, полученных различными методами, с учетом систематических и случайных погрешностей измерения; сопоставлением полученных данных с научными данными других авторов.

По результатам исследования опубликовано 28 работ: из них 6 статей в научных журналах, включенных в библиографические базы данных цитирования в Scopus (2 – Q1, 2 – Q3, 2 – Q0), 3 статьи в научном журнале, входящая в перечень ВАК, 1 – патент и 15 тезисов в сборниках материалов конференции. Исследования проведены при поддержке грантов РФФИ (№19-43-703008, № 14-08-00092), РНФ (№19-49-04101, № 16-19-10193, № 14-29-

00012), и НИР № 16.1346.2014/К в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности.

Все представленные в диссертации результаты получены, обработаны и проанализированы при непосредственном участии автора. Эксперименты проводились в лаборатории 1102 СФТИ ТГУ (г. Томск).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Otsuka K. Shape memory materials / K. Otsuka, C. M. Wayman. – Cambridge University press, 1998. – 284 p.
2. Лободюк В. А. Мартенситные превращения / В. А. Лободюк, Э. И. Эстрин. – М.: Физматлит, 2009. – 352 с.
3. Ферромагнетики с памятью формы / А. Н. Васильев [и др.] // Успехи физических наук. – 2003. – Т. 173. – №. 6. – С. 577–608.
4. Бездиффузионные фазовые превращения / К. М. Вейман // Физическое металловедение. – М.: Металлургия. – 1987. – Т. 2.– С. 365–405.
5. Курдюмов Г. В. Превращения в железе и стали / Г. В. Курдюмов, Л. М. Утевский, Р. И. Энтин. – М.: Наука, 1977. – 238 с.
6. Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы: в 14 т. / под ред. В. Э. Гюнтера. – Томск: Изд-во МИЦ, 2011. – Т. 1. – 534 с.

Введите текст:

...или загрузите файл:

Файл не выбран...

[Выбрать файл...](#)

Укажите год публикации:

2020

Выберите коллекции

- | | | |
|---|--|--|
| ☒ Все | ☒ Википедия | ☒ Российские журналы |
| ☒ Рефераты | ☒ Российские конференции | ☒ Энциклопедии |
| ☒ Авторефераты | ☒ Иностранные журналы | ☒ Англоязычная википедия |
| ☒ Иностранные конференции | | |
| ☒ PubMed | | |

[Анализировать](#)[Проверить по расширенному списку коллекций системы Руконтекст](#)

Обработан файл:

Поклонов Научный доклад.docx.

Год публикации: 2020.

Оценка оригинальности документа - 100.0%

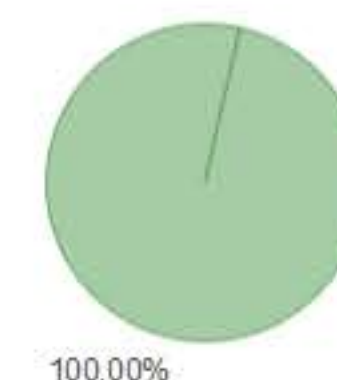
Процент условно корректных заимствований - 0.0%

Процент некорректных заимствований - 0.0%

[Просмотр заимствований в документе](#)

Время выполнения: 8 с.

Заимствования отсутствуют

[Дополнительно ▲](#)[Значимые оригинальные фрагменты](#)[Библиографические ссылки](#)[Искать в Интернете](#)