

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УО “Витебский государственный технологический университет”

УДК 66.084

№ гос. регистрации 20032719

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научной работе
УО «ВГТУ», к.т.н.
Литовский С.М.
_____ 2005 г.
М.П.



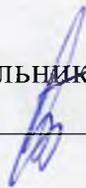
ОТЧЕТ
о научно исследовательской работе

“Влияние акустического воздействия на эволюцию свойств и кинетику
формовосстановления металлических материалов с недислокационным
механизмом пластичности”
(заключительный)

Договор с БРФФИ № Т03–123 от 15.04.2003 г.
2003-г/б- 561

Научный руководитель НИР
академик НАН Беларуси, д.т.н., проф.
_____ В.В. Клубович
« _____ » 2005 г.

Начальник НИС УО «ВГТУ»
_____ С.А. Беликов



Витебск 2005

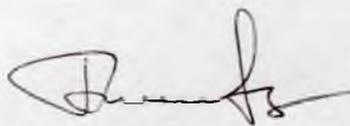


Список исполнителей

Руководитель работы,
академик НАН Беларуси,
проф., д.т.н.

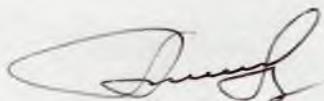
В.В. Клубович
(общее руководство
работами, раздел 5,
заключение)

Исполнители:
канд. техн. наук, доцент



В.В. Рубаник
(введение, реферат, раз-
делы 1, 4)

ст. преп.



В.В. Рубаник (мл.)
(разделы 2, 3, проведе-
ние экспериментов,
оформление отчета)

Инженер

М.А. Бегунов
(программное обеспе-
чение, проведение экс-
периментов)

Нормоконтроль

С.А. Беликов

Реферат

Отчет 37 с., 11 рис., 27 источников.

АКУСТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, ФОРМОВОССТАНОВЛЕНИЕ,
УЛЬТРАЗВУК, МАРТЕНСИТ, ФАЗОВОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ,
ПЛАСТИЧНОСТЬ.

Объектом исследования являются сплавы никелида титана обладающие недислокационным механизмом пластичности.

Цель работы – выявление физической природы и механизмов воздействия механических колебаний ультразвуковой частоты на эволюцию свойств и кинетику формовосстановления металлических материалов с недислокационным механизмом пластичности.

Проводились экспериментальные исследования по влиянию акустического воздействия ультразвуковой частоты на кинетику термоупругих фазовых превращений сплавов с памятью формы при термоциклировании с наложением ультразвука.

Установлено, что импульсное ультразвуковое воздействие вызывает изменение кинетики формовосстановления образцов, которое проявляется в ускорении обратного фазового превращения. Восстановление наведенной деформации связано с двумя основными факторами ультразвукового действия – температурным и силовым. Первый увеличивает долю высокотемпературной аустенитной фазы, второй за счет знакопеременных механических напряжений уменьшает силу сопротивления при движении межфазной границы.

Полученные результаты могут найти применение в процессах обработки металлов давлением, а именно при ультразвуковом волочении и термической обработке TiNi проволоки.

Содержание

	стр.
Введение	5
1 Обзор и анализ литературы	7
2 Методы и методика испытаний	12
2.1 Методика предварительного ультразвукового воздействия на материалы с ЭПФ	12
2.2 Методика исследования кинетики термоупругих фазовых превращений сплавов с памятью формы при термоциклировании с наложением ультразвука	13
3 Влияние акустического воздействия на эволюцию свойств и кинетику формовосстановления материалов с ЭПФ	17
3.1 Влияние предварительного ультразвукового воздействия на материалы с ЭПФ и их механические свойства	17
3.2 Кинетика термоупругих фазовых превращений сплавов с памятью формы при термоциклировании с наложением ультразвука	20
3.3 Механизмы действия УЗК на свойства и структуру исследуемых материалов	24
4 Ультразвуковое волочение и термическая обработка TiNi проволоки	29
5 Перспективы дальнейшего развития и практического использования полученных результатов	32
Заключение	33
Список использованных источников	34

Введение

Основой для разработки нового класса материалов, обладающих эффектом деформационной памяти формы, послужило сообщение об открытии явления обратимого термоупругого фазового превращения мартенситного типа [1]. Сущность его заключается в восстановлении первоначальной формы при нагреве выше температуры фазового превращения [2]. Наибольший интерес представляют сплавы на основе никелида титана (интерметаллическое соединение титана и никеля), имеющие высокие прочностные и пластические характеристики.

Проявление эффектов памяти формы связано исключительно с температурным фактором [2], причём нагрев может осуществляться как косвенно, так и непосредственно, например, за счёт пропускания электрического тока. В последнее время появились экспериментальные работы, в которых показано, что давление и температура являются равноэквивалентными стимулами для инициирования мартенситных реакций [3, 4].

В материалах с памятью формы процесс деформации вблизи характеристических температур осуществляется вначале за счет термоупругого фазового превращения (или двойникования) и, лишь затем, по диффузионному каналу. Закономерности деформирования сплава по этим механизмам отличаются сложным характером зависимости соответствующего фазового предела текучести от температуры. Кроме того, поскольку у мартенситной и аустенитной фазы дислокационные пределы текучести различны, изменение фазового состава влияет на напряжение течения материала.

Механические колебания ультразвуковой частоты, как известно, могут существенно воздействовать на физические и механические свойства материалов. Основные факты по этому вопросу установлены для многих поли- и монокристаллических материалов, а теоретические модели основаны на

представлениях о точечных и протяженных дефектах в кристаллах и используют, главным образом, теорию дислокаций. Для материалов, где дислокации не являются основными носителями деформации, имеющиеся теоретические и экспериментальные положения не применимы. Поэтому необходимо создание новых концепций относительно механизмов влияния ультразвуковых колебаний на структуру, прочность и пластичность материалов с недислокационным механизмом пластичности, что является целью предлагаемого проекта.

В свете выше изложенного представляется, что влияние акустического воздействия на эволюцию свойств и кинетику формовосстановления металлических материалов с недислокационным механизмом пластичности, в частности - сплавов с памятью формы, при температурах вдали от интервала фазового превращения будет подобно таковому, как и в обычных материалах и может быть иным при температурах вблизи интервала превращений.

Список использованных источников

1. Сплавы с эффектом памяти формы / К.Ооцука, К.Сумидзу, Ю.Судзуки и др. / Под ред. Фунакубо Х.: Пер. с японск. - М.: Металлургия, 1990.-224с.
2. Лихачев В.А., Кузьмин С.Л., Каменцева З.П. Эффект памяти формы. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1987. - 216 с.
3. Лихачев В.А., Малинин В.Г., Овчаренко С.Я. Баромеханический эффект пластичности превращения и баромеханический эффект памяти формы // Механика прочности материалов с новыми функциональными свойствами. Рубежное, 1990. С. 183-188.
4. Лихачев В.А., Малинин В.Г., Овчаренко С.Я. Эффекты памяти формы, инициируемые всесторонним давлением // Физика прочности и пластичности металлов и сплавов. Самара, 1992. С. 229-230.
5. Влияние ультразвуковых колебаний на пластические свойства материалов с памятью формы / Кириллов С.А., Клубович В.В., Козлов А.В. и др. // Материалы с эффектом памяти формы: Сб. докл. 1-го Российско-Американского семинара. Санкт-Петербург, 1995, Ч. 1. – С. 81-84.
6. Ермаков В.М., Коломыцев В.И., Лободюк В.А., Хандрос Л.Г. Металлофизика, 1982, т. 4, № 5. – С. 23-30.
7. Некоторые особенности деформационного поведения сплавов с эффектом памяти формы на основе никелида титана / Бородай И.А., Кошеленко Л.С., Козлов В.А. и др. // Тез. докл. Всесоюзной конф. по мартенситным превр. в тв. т. - Киев, 1991. - С. 258.
8. Сапожников К.В., Кустов С.Б. Акустопластический эффект и внутреннее трение при деформировании мартенситных монокристаллов Cu-Al-Ni // Вестник Тамбовского Университета. Серия: Естественные и технические науки. – 1998. – Т. 3, № 3. – С. 298-299.

9. Сапожников К.В. Исследование акустопластического эффекта в монокристаллах на ультразвуковых частотах. Дис. ...канд. физ.-мат. наук: 01.04.07.– Санкт-Петербург, 1998. – 236 с.
10. Сапожников К.В., Кустов С.Б., Ветров В.В., Пульнев С.А. Влияние ультразвуковых колебаний на процесс псевдоупругого деформирования монокристаллов Cu-Al-Ni // Изв. РАН. Сер. Физ. 1997, Т. 61, № 2. – С. 249-256.
11. Лихачев В.А., Кузьмин С.Л., Каменцева З.П. Эффект памяти формы. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1987. - 216 с.
12. Сплавы с эффектом памяти формы / К.Ооцука, К.Сумидзу, Ю.Судзуки и др./ Под ред. Фунакубо Х.: Пер. с японск. - М.: Металлургия, 1990. - 224с.
13. Эффект памяти формы в сплавах / Пер. с англ. под ред. В.А.Займовского. - М., 1979. - 472с.
14. Беляев С.П., Егоров С.А., Лихачев В.А., Ольховик О.Е. Эффекты памяти формы в никелиде титана в условиях действия всестороннего давления. // Журнал техн. Физики. 1996. Т. 66, № 11. С.36-46.
15. Егоров С.А., Беляев С.П., Волков А.Е., Пульнев С.А. Влияние всестороннего давления на эффекты памяти формы. // Матер. XXXVIII семинара “актуальные проблемы прочности”, 2001, Санкт-Петербург. Ч. 2. – С. 460-465.
16. Беляев С.П., Егоров С.А., Лихачев В.А., Ольховик О.Е. Мартенситная неупругость и эффект памяти формы в условиях действия давления./ Материалы с эффектом памяти формы: Сб. докл. 1-го Российско-Американского семинара - Санкт-Петербург, 1995, Ч. 1. – С. 11-19.
17. Егоров С.А., Беляев С.П., Волков А.Е., Пульнев С.А. Влияние всестороннего давления на эффекты памяти формы в сплавах на основе меди / Сплавы с эффектом памяти формы и другие перспективные материалы:

- Тр. XXXVIII Межд. Семинара «Актуальные проблемы прочности». Санкт-Петербург, 2001. – С. 460-465.
18. Наблюдение одностороннего эффекта памяти формы, обусловленного магнитоиндуцированным мартенситным фазовым переходом в сплаве Ni-Mn-Fe-Ga / В.Г.Шавров, А.А.Глебов, И.Е.Дикштейн и др. // “Журнал радиоэлектроники” № 5, 2001. – С.
 19. Малыгин Г.А. Теория амплитудно-зависимого внутреннего трения и акустопластического эффекта в сплавах с памятью формы. ФТТ, т. 42, вып. 3, 2000. – С.482.
 20. Малыгин Г.А. ФТТ, том 42, вып. 1, 2000. – С.69.
 21. Рубаник В.В., Клубович В.В., Рубаник В.В. (мл.) Формовосстановление TiNi с памятью формы подвергнутых ультразвуковой обработке // Актуальные проблемы прочности: Тез. докл. Междунар. семинара / Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана. – Калуга, 2004. – С. 229.
 22. Рубаник В.В., Клубович В.В., Рубаник В.В. (мл.) Влияние ультразвуковых колебаний на термоупругие мартенситные превращения в никелиде титана // Физика прочности и пластичности материалов: Сб. тез. XV Межд. конф., 30 сентября–3 октября 2003 г., Тольятти.– Тольятти, 2003.– С. 72-73.
 23. Беляков В.Н., Хусаинов М.А. Гистерезисные петли в полном и неполном интервале мартенситных превращений // Материалы со сложными функционально-механическими свойствами. Компьютерное конструирование материалов: Сб. докл. XXX Межреспубликанского семинара «Актуальные проблемы прочности»: В 2 ч. / Новгородский гос. ун-т.– Новгород, 1994.— Ч. 2.– С.170-177.
 24. Рубаник В.В., Бегунов М.А., Борозенцева Ю.Б., Рубаник В.В. (мл.), Компьютерное моделирование изменения температуры образца при ультра-

звуковом воздействии // XXXV научно-техн. конф. препод. и студ. университета: Тез. докл. / УО "ВГТУ". – Витебск, 2004. – С. 30.

25. Рубаник В.В. Инициирование эффекта памяти формы в сплавах Ti-Ni под действием ультразвуковых колебаний: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук: 01.04.07 / Белорусский гос. ун-т.— Минск., 2005.— 23 с.
26. Рубаник В.В., Клубович В.В., Рубаник В.В. (мл.) Инициирование эффекта памяти формы в сплавах Ti-Ni под действием ультразвуковых колебаний // XV Петербургские чтения по проблемам прочности: Сб. тез., СПб., 12–14 апреля 2005 г.— СПб., 2005.— В печати.
27. Артемьев В.В., Клубович В.В., Рубаник В.В., Рубаник В.В. (мл.) Влияние ультразвука на фазовые превращения в TiNi сплавах.— В печати.

Библиотека ВГТУ

