

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УО “Витебский государственный технологический университет”

6692

УДК 66.084

№ госрегистрации 2001 3069

Инв. №



“УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по научной работе

Литовский С.М.

2003 г.

ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

“Исследование физических закономерностей создания обратимого эффекта
памяти формы в TiNi в поле акустических колебаний”

(заключительный)

2001-Г/Б-531

Научный руководитель

с.н.с., к.т.н.

Рубаник В.В.

Начальник НИС

Беликов С.А.

Витебск – 2003

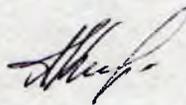
СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель работы с.н.с., к.т.н.



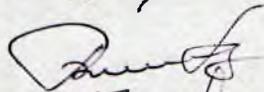
Рубаник В.В.

научный сотрудник



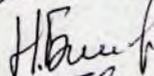
Клубович А.В.

старший преподаватель



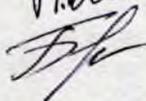
Рубаник В.В.мл.

аспирант УО "ВГТУ"



Бабило Н.Н.

студент УО "ВГТУ"



Бегунов М.А.

РЕФЕРАТ

Отчет 38 с., 16 рис., — табл., 24 источников.

УЛЬРАЗВУК, УЛЬРАЗВУКОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ, ОБРАТИМЫЙ ЭФФЕКТ ПАМЯТИ ФОРМЫ, МАРТЕНСИТНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ, ДЕФОРМАЦИЯ.

Объектом исследования является сплав равноатомного никелида титана, обладающий эффектом памяти формы.

Цель работы – изучение возможности влияния ультразвуковых колебаний на обратимый эффект памяти формы в TiNi.

В ходе выполнения работы установлено, что наложение ультразвуковых колебаний на различных этапах задания предварительной деформации образца вызывает рост величины обратимой памяти формы до 50 %, по сравнению с обработкой без ультразвукового воздействия. Установлено, так же, что ультразвуковое воздействие вызывает «сужение» петли гистерезиса фазовых превращений при реализации обратимой памяти формы: в процессе реализации прямого и обратного мартенситного превращения ультразвуковые колебания вызывают «сброс» накопленной деформации (в 2 раза от максимального значения).

Полученные результаты могут найти практическое применение для задания обратимого эффекта памяти формы в TiNi, а также должны учитываться при обработке давлением.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	6
1. ОБРАТИМЫЙ ЭФФЕКТ ПАМЯТИ ФОРМЫ И СПОСОБЫ ЕГО ЗАДАНИЯ В СПЛАВАХ TiNi.	8
2. ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ НА ЭФФЕКТ ОБРАТИМОЙ ПАМЯТИ ФОРМЫ В TiNi.	13
3. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАТИМОЙ ПАМЯТИ ФОРМЫ.	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	35
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.	36

ВВЕДЕНИЕ

Открытие явления термоупругого равновесия и обратимых фазовых превращений мартенситного типа послужило основой для разработки нового класса материалов, обладающих эффектом памяти формы, сущность которого заключается в восстановлении первоначально заданной формы при нагреве выше температуры фазового превращения [1-4].

К настоящему времени наука о функциональных свойствах материалов обладающих памятью формы получила значительное развитие как в области экспериментальных, так и теоретических знаний. Сейчас установлены и изучены сотни систем и некоторые чистые материалы, которые способны полностью восстанавливать форму, например: Au-Cd, In-Tl, Ti-Ni, Ti-Ni-Fe, Ti-Ni-Cu, Ti-Ni-Co, Fe-Ni-Ti, Fe-Ni, Fe-Mn, Cu-Al-Ni, Cu-Al, Cu-Zn, Cu-Zn-Al, Cu-Sn, Cu-Mn, Co-Ni, Ni-Al, нержавеющей стали, Co, Ti, Zr, Nb, Ta, Pd, сверхпроводящая керамика $YBa_2Cu_3O_7$ и др.

Благодаря тому, что никелид титана обладает выраженным комплексом специфических свойств присущих памяти формы, технологичностью в получении и изготовлении, он быстро стал основным промышленным материалом. Особенно интенсивно научные исследования в области термоупругих мартенситных превращений ведутся последние 15...20 лет и до сих пор среди сплавов обладающих памятью формы наибольший интерес представляют сплавы на основе никелида титана (TiNi), имеющие высокие прочностные и пластические характеристики.

В отличие от других материалов, нитинол весьма чувствителен к своей «предыстории», т.е. условиям получения и предварительной обработки [5]. Хотя в настоящее время свойства TiNi после различного рода термических, механических и других специальных обработках достаточно исследованы, вопросами влияния на этот материал ультразвуковых колебаний начали заниматься лишь на протяжении последнего десятилетия. Причем эти работы в основном посвящены изучению акустопластического эффекта [6, 7].

В тоже время использование ультразвуковых колебаний в различных областях науки и техники довольно значительно, что определяется возможностью их влияния как на свойства среды, в которой они возбуждаются, так и на кинетику различных процессов. Высокочастотные ультразвуковые колебания, которые не вызывают изменений в веществе, применяют в дефектоскопии, различного вида диагностике. Низкочастотный же ультразвук, который способен влиять на структуру и свойства материалов, используется в различных технологических процессах. Одним из нерешенных, является вопрос о возможности влияния энергии ультразвуковых колебаний на эффекты мартенситной неупругости, параметры формовосстановления в никелиде титана и других сплавах претерпевающих термоупругие превращения.

В отличие от однократного эффекта, обратимая память формы может составлять всего несколько процентов от предварительно заданной деформации, которая задается всего один раз. Т.е. эффект реализуется без воздействия «контртела» на материал при его термоциклировании через температурный интервал фазового превращения. Это основной аргумент в пользу практического использования ОЭПФ и необходимости проведения научных поисков способов его задания с целью получения максимальных значений возвратных деформаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фаткулина Л.П. Сплавы с памятью формы на основе никелида титана. - Технология легких сплавов, 1990, № 4, с. 9.
2. Эффект памяти формы в сплавах / Пер. с англ. под ред. В.А.Займовского. - М., 1979. 472с.
3. Сплавы с эффектом памяти формы / К.Ооцука, К.Сумидзу, Ю.Судзуки и др./ Под ред. Фунакубо Х.: Пер. с японск. - М.: Металлургия, 1990. - 224с.
4. Лихачев В.А., Кузьмин С.Л., Каменцева З.П. Эффект памяти формы. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1987. - 216 с.
5. Сплавы с памятью формы на основе никелида титана. Фаткулина Л.П. - Технология легких сплавов, 1990, № 4. – С. 9.
6. 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.
7. Сапожников К.В. Исследование акустопластического эффекта в монокристаллах на ультразвуковых частотах. Дис. ...канд. физ.-мат. наук: 01.04.07.– Санкт-Петербург, 1998. – 236 с.
8. Кузьмин С.Л., Лихачев В.А., Шаманский С.Р., Чернышенко А.И. Эффект ориентированного превращения в никелиде титана. ФММ, 1984. - Т. 57, вып. 3. - С.612-614.
9. Беляев С.П. и др. – Л., 1985. – 38 с. – Деп. В ВИНТИ 20.02.85, № 1344-85.
10. Брайнин Г.Э. и др. Эффекты механической памяти формы в никелиде титана и сплаве титан-никель-медь. – Вестн. Ленингр. Ун-та, 1983, № 10, вып.2, с. 16-21.
11. Рубаник В.В, Клубович В.В., Рубаник В.В. мл. Тепловизионные исследования обратного мартенситного превращения под действием ультразвуковых колебаний в TiNi // Механизмы деформации и разрушения перспективных материалов: Сб. докл. XXXV сем-ра “Актуальные проблемы прочности”. - Псков, 1999. - Ч. 2. - С. 561-564.

12. Северденко В.П., Клубович В.В., Степаненко А.В. Ультразвук и пластичность. Минск: Наука и техника. – 1976. – 443 с.
13. ВУ 4133 С1 Способ создания обратимого эффекта памяти формы. В.В.Клубович, В.В.Рубаник и др. Патент РБ № 4133 от 25.06.2001.
14. ВУ 4134 С1 Способ создания обратимого эффекта памяти формы. В.В.Клубович, В.В.Рубаник и др. Патент РБ № 4134 от 05.01.2003.
15. Рубаник В.В., Мясоедов А.В., Бегунов М.А. Автоматизированная система регистрации и контроля параметров формовосстановления сплавов с памятью формы // Тез. докл. XXXV науч.–техн. конф. студ. и препод. УО «ВГТУ» - Витебск, 2002. - с.27–28.
16. Кузнецов В.Н. Рубаник В.В. Разработка установки для исследования термоупругих деформаций материалов с ЭПФ // Тез. докл. XXXVI науч.–техн. конф. студ. и препод. УО «ВГТУ». Витебск, 2003. – С. 22.
17. Соловьев Л.А., Хачин В.Н. – ФММ, 1974, т.37, № 5, с.1095-1097.
18. V.V.Klubovich, V.V.Rubanick and et.. Proc. II Intern. Conf. on SMST: - Asilomar, Pacific Grove, CA (USA), 1997. - P.59-64.
19. Клубович В.В., Рубаник В.В., Рубаник В.В.(мл.) Инициирование эффектов мартенситной неупругости в TiNi сплавах с помощью УЗК. Тр. 36-го межд. сем-ра “Актуальные проблемы прочности”. - Витебск, ВГТУ, 2000. - С.700-712.
20. V.V.Rubanik, V.V.Klubovich, V.V.Rubanik, Jr. The ultrasounds initiation of SME. // Abstracts of “International conference on martensitic transformations”, Helsinki University of Technology. – Espoo, Finland, 2002. – P. 241.
21. Rubanik V.V., Klubovich V.V., Rubanik V.V., Jr. The ultrasounds initiation of SME - J. Phys. IV France, 112. – 2003. – P.249-251.
22. Клубович В.В., *Рубаник В.В, Рубаник В.В. мл. Задание обратимой памяти формы ультразвуковым воздействием // Тез докл. XI межд. сем-ра “Актуальные проблемы прочности”.– Великий Новгород, 2002.– С.87.

23. Беяев С.П., Волков А.Е., Рубаник В.В. и др. Тепловое моделирование механического поведения TiNi при ультразвуковом нагружении / Тр. XL межд. сем-ра “Актуальные проблемы прочности”. – Великий Новгород, 2002. – С. 25-28.
24. Бегунов М.А., Рубаник В.В. (мл.) Анимационное иллюстрирование пластичности превращения и эффекта памяти формы в материалах с термоупругими мартенситными превращениями // Сб. статей VII Респуб. научной конф. студентов и аспирантов Беларуси (НПС-2002) / УО «ВГТУ». – Витебск, 2002. – С. 27-29.

