

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УО «Витебский государственный технологический университет»

669.24.295:681.3+

УДК 66.084 : 661.8

№ госрегистрации 2001523

Инв. № _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе УО «ВГТУ»

к.т.н.

С.М.Литовский

_____ 2001 г.



ОТЧЕТ

О студенческой научно-исследовательской работе
“ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ И УЛЬТРАЗВУКОВОЙ
ОБРАБОТКИ НА ЭФФЕКТ ПЛАСТИЧНОСТИ ПРЕВРАЩЕНИЯ В TiNi
СПЛАВАХ И ЕГО КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ”

(заключительный)

2001- г/б № 300

Научный руководитель НИР,
с.н.с., к.т.н.

Начальник НИСа
Ответственный исполнитель,
студент гр. М7

В.В. Рубаник

С.А. Беликов
М.А. Бегунов

Витебск 2001 г.



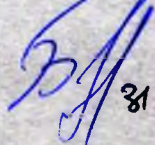
СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель работы, с.н.с., к.т.н.



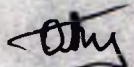
В.В. Рубаник

31.XII.2007.

Ответственный исполнитель,
студент гр. М7

31.XII.2007

М.А. Бегунов

студентка гр. ШК-147

31.XII.2007.

О.А. Бегунова

м.н.с. ИТА НАНБ



31.01.2007.

В.В. Рубаник

старший преподаватель кафедры
иностранного языка

31.01.2007.

Н.В. Дырکو



РЕФЕРАТ

Отчет 25 с., 9 рис., 1 табл., 19 источников.

ЭФФЕКТ ПАМЯТИ ФОРМЫ, РЕАКТИВНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ, УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ, МАРТЕНСИТНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ, ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, ДЕФОРМАЦИЯ, НАПРЯЖЕНИЯ.

Объектом исследования являются титан-никелевые сплавы, обладающие эффектом памяти формы.

Цель работы – изучение влияния предварительной ультразвуковой обработки на процесс пластичности превращения.

В ходе работы изготовлена экспериментальная установка, спроектирован и создан блок автоматического контроля и обработки данных. Показано, что воздействие предварительной ультразвуковой обработки на TiNi в различных фазовых состояниях образца незначительно изменяет его характеристические температуры. Совместная предварительная термомеханическая и ультразвуковая обработка позволяет повысить значения прогиба при реализации эффекта пластичности превращения в никелиде титана.

Полученные результаты могут в дальнейшем быть использованы для исследования сплавов с термоупругими мартенситными превращениями.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	8
1.1. Экспериментальная установка.....	8
1.2. Методика проведения эксперимента.....	9
1.3. Автоматизация экспериментальной установки	12
2. ЭФФЕКТ ПЛАСТИЧНОСТИ ПРЕВРАЩЕНИЯ В НИКЕЛИДЕ ТИТАНА	
2.1.Эффект пластичности превращения в никелиде титана при термоупругих фазовых превращениях	14
2.2. Влияние предварительной термо- ультразвуковой обработки на эффект пластичности превращения в TiNi	17
3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАСТИЧНОСТИ ПРЕВРАЩЕНИЯ	21
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	23

ВВЕДЕНИЕ

Сравнительно недавно мнения многих ученых металлургов о контрастности упругих и пластических деформаций металлических материалов изменились. В 50-х годах советскими учеными Г.В. Курдюмовым и Л.Г. Хандром [1] было обнаружено необычное изменение кристаллов мартенсита в процессах фазовых переходов. Позже, в конце 60-х, в военно-морской лаборатории США был обнаружен эффект самопроизвольного восстановления формы в TiNi в изотермических условиях после снятия внешней нагрузки (резиноподобное поведение), получивший название сверхэластичности. Это явление пластического превращения при переходе материала из аустенитной в мартенситную фазу предшествовало открытию эффекта формовосстановления.

Особенно большой вклад в изучение природы явлений протекающих в материалах с памятью формы внес профессор НИИ механики и математики Ленинградского государственного университета В.А. Лихачев. В своих работах он выявил кинетику пластичности превращения и ЭПФ, подробно рассмотрел свойства материалов нового класса. С его участием создана и успешно применяется структурно-аналитическая теория прочности, позволяющая описывать поведение СПФ.

В настоящее время во всем мире продолжают исследования материалов обладающих ЭПФ и они находят все более широкое применение в различных областях науки, техники и медицины. Создаются принципиально новые мартенситные двигатели способные превращать низкопотенциальную тепловую энергию в электрическую либо механическую. При этом они являются абсолютно экологически чистыми, рабочим телом, которых являются материалы обладающие памятью формы.

В качестве материалов обладающих памятью формы, наиболее широко используются в промышленности сплавы TiNi; TiNiFe; Cu-12,8Al-14,9Ni; Cu-13,5Al-13Ni-2Ti; Cu-22Zn-6Al; Cu-24,1Zn-5,7Al. Каждый сплав имеет

свою кинетику процесса восстановления формы, влияющую на характеристические температуры данного явления. Изменяя химический состав сплава можно изменять его механические, деформационные и термоупругие свойства. Как наиболее используемый в настоящее время во всем мире нами в качестве объекта исследования из многочисленных материалов был выбран сплав TiNi.

Свойства материалов, обладающих явлением пластического превращения, исследованы довольно хорошо, однако полностью закономерности их поведения на данный момент, в частности, влияние предварительной термо-ультразвуковой обработки на мартенситные превращения, не исследованы.

В связи с этим настоящая работа посвящена проведению исследований по влиянию предварительной термоультразвуковой обработки на эффект пластичности превращения. Также была сделана попытка компьютерного моделирования поведения материала в условиях эффекта пластичности превращения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Курдюмов Г.В., Хандрос Л.Г. О “термоупругом” равновесии при мартенситных превращениях. - Докл. АН СССР, 1949. - Т. 66, № 2. - С. 211-214.
2. Бегунов М.А., Рубаник В.В., Рубаник В.В. мл. Автоматизация процесса измерения пластичности превращения в TiNi сплавах. Тез. Докл. 34 научно-техн. конф. преп. и студентов. – Витеск, УО ВГТУ, 2001. – С.53.
3. Лихачев В.А., Кузьмин С.Л., Каменцева З.П. Эффект памяти формы. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1987. - 216 с.
4. Деменков А.П., Лихачев В.А., Французов Н.С. Сверхпластичность (аномальная пластичность в металлах и сплавах) / АН СССР. Физ.-техн. ин-т.- Л.; 1972. - 70 с. - Препринт № 343.
5. Деменков А.П., Лихачев В.А., Французов Н.С. Природа сверхпластичности / АН СССР. Физ.-техн. ин-т.- Л.; 1972. - 56 с. - Препринт № 344.
6. Андронов И.Н. и др. Деформирование металлов в условиях проявления пластичности превращения. Проблемы прочности, 1983. № 5, с.96-106.
7. Беляев С.П. и др. Термоциклическая ползучесть и долговечность никелида титана. - Л., 1985. - 16 с. - Деп. в ВИНТИ 30.05.85, № 3771-85.
8. Кузьмин С.Л., Лихачев В.А., Патрикеев Ю.И., Королев М.Н. Эффекты памяти формы в условиях реализации пластичности превращения. Металлофизика, 1985, т.7, № 3, с. 50-56.
9. Панин В.Е., Лихачев В.А., Гриняев Ю.В. Структурные уровни деформации твердых тел. - Новосибирск, 1985. - 229 с.
10. Кузьмин С.Л., Лихачев В.А. Пластичность превращения в материалах с обратимыми мартенситными превращениями // Физика и электроника твердого тела. Вып. 2. Ижевск, 1977. С. 53-80.
11. Фаткулина Л.П. Сплавы с памятью формы на основе никелида титана. - Технология легких сплавов, 1990, № 4, с. 9.

12. Miyazaki S., Otsuka K., Suzuki Y. Transformation pseudoelasticity and deformation behaviour in a Ti-50.6 at.% Ni alloy // Scripta Metallurgica, 1981. - Vol.15, №3. - P.287-292.
13. Некоторые особенности деформационного поведения сплавов с эффектом памяти формы на основе никелида титана / Бородай И.А. и др. // Тез. докл. Всес. конф. по мартенситным превр. в тв. т. - Киев, 1991. - С.258.
14. Мордюк Н.С., Окраинец П.Н. Особенности влияния ультразвука на механические и структурные характеристики металлов. / ИМФ. - Киев; 1977. - 31 с. - Препринт № 77.
15. Кириллов С.А. и др. Влияние ультразвуковых колебаний на пластические свойства материалов с памятью формы // "Материалы с эффектом памяти формы" Сб. докл. 1-го Российско-Американского семинара - С.-Петербург, Ноябрь 1995. - Часть 1, с. 81-84.
16. Влияние ультразвука на деформационное поведение никелида титана / Рубаник В.В. и др. // Вестн. Тамб. ун-та, 1998. Т. 3, № 3, с.265-267.
17. Управление формовосстановлением сплавов с памятью формы ультразвуковыми колебаниями / Рубаник В.В. и др. // Тез. докл. 36 междун. семинара "Актуальные проблемы прочности". - Киев, 2001. - С.181-182.
18. Control of reshaping for the shape memory alloys through the hypersonic oscillations / Rubanik V.V. etc. // Intern. Scientific and Engineering Confer. - St.Petersburg, 2001. - P.70-71.
19. Rubanik V.V., Rubanik V.V.Jr. The martensite unelasticity effects with the help of US vibrations // 7th European Conference on Advanced Materials and Processes "Euromat-2001". Conference Abstracts, Rimini, 2001. - P.175.

