

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УО «Витебский государственный технологический университет»

УДК 621.9.02.048

№ ГР 20064372

Инв. № \_\_\_\_\_

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе УО «ВГТУ»

В.В. Пятов

15.12.2007 г.



**ОТЧЕТ**

о научно-исследовательской работе  
по заданию ГПОФИ «Высокоэнергетические, ядерные и радиационные технологии 3.17»

«ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКИ ПРОЦЕССА ПЕРЕНОСА ЭНЕРГИИ ПРИ  
ТЕРМОУПРУГИХ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДАХ, ИНИЦИИРОВАННЫХ  
МОЩНЫМ АКУСТИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ»

(промежуточный за 2007 г.)

2007-г/б-346

Научный руководитель  
к.ф.-м.н.

В.В. Рубаник

15.12.2007.

Начальник НИС УО «ВГТУ»

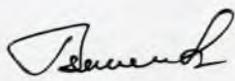
15.12.2007

С.А. Беликов

Витебск 2007

## Список исполнителей

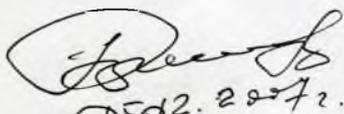
Руководитель темы,  
к.ф.-м.н.

  
15.12.07.

В.В. Рубаник (общее руководство,  
введение, глава 2, 3,)

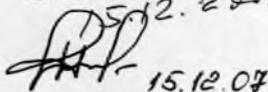
Исполнители:

д.т.н.

  
15.12.2007г.

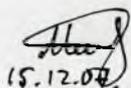
В.В. Рубаник (глава 4, заключение)

н.с.

  
15.12.07

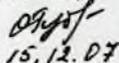
А.А. Пиотух (перевод технической  
литературы)

аспирант

  
15.12.07

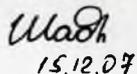
С.Н. Милюкина (ДСК исследования)

аспирант

  
15.12.07

О.Е. Рубаник (глава 1, 3,  
тепловизионные исследования)

аспирант

  
15.12.07

А.В. Шадурский (участие в  
экспериментах)

нормоконтроль

  
15.12.07

А.В. Мясоедов

## Реферат

Отчет 21 с., 14 рис., 10 источников.

ПАМЯТЬ ФОРМЫ, УЛЬТРАЗВУК, ФАЗОВОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ, ТЕПЛОЫДЕЛЕНИЕ, НАГРЕВ.

Объектом исследования являются сплав никелида титана эквИАтомного состава, обладающие эффектом памяти формы.

Цель работы – установление закономерностей протекания термоупругих фазовых превращений, инициированных мощным ультразвуковым воздействием.

Исследован процесс тепловыделения в образцах никелида титана при ультразвуковом воздействии. Показано, что обработка материала локализованным акустическим воздействием вызывает возникновение постоянного распределения температуры по длине образца резонансных размеров, градиент температуры составляет до 20-30 градусов. Установлено, что, изменяя частоту и амплитуду ультразвуковых колебаний в процессе инициирования фазового перехода возможно управление ходом фазового превращения в материале, скоростью его осуществления. Анализ зависимости температуры образца от времени ультразвукового воздействия показывает, что скорость изменения температуры составляет до 3 град/с. Ультразвуковое инициирование эффекта памяти формы в никелиде титана сопровождается изменением скорости разогрева материала, что вызвано реализацией термоупругого фазового перехода I рода в материале.

Полученные результаты могут быть использованы для разработки исполнительных ультразвуковых устройств нового типа, для которых требуется односторонний доступ к рабочему телу из материала с памятью формы.

## Содержание

	стр.
Введение	5
1 Исследование распределения температуры по длине TiNi волновода при ультразвуковом инициировании фазового перехода	6
2 Исследование кинетики ультразвукового разогрева TiNi волновода	10
3 Влияние амплитуды ультразвуковых колебаний на скорость разогрева TiNi волновода	15
4 Изменение акустических параметров системы при ультразвуковом инициировании фазового перехода в образцах TiNi	17
Заключение	19
Список использованных источников	20

## Список использованных источников

- 1 Chang, L.C. Behavior of the elastic properties of AuCd // L.C. Chang, T.A. Read // Trans. Met. Soc. AIME.– 1951.– Vol. 191.– P. 47.
- 2 Материалы с эффектом памяти формы: Справ изд.: В 4 т. / Под ред. В.А. Лихачева.– СПб.: Изд-во НИИХ СПбГУ, 1998.– Т. 4.– 1998.– 268 с.
- 3 Кулемин, А.В. Ультразвук и диффузия в металлах / А.В. Кулемин.– М.: Metallurgia, 1978.– 200 с.
- 4 Балалаев, Ю.Ф. Ультразвуковой высокотемпературный нагрев и его применение для термической обработки при исследованиях металлов и сплавов / Ю.Ф. Балалаев, С.З. Бокштейн // ФММ.– 1963.– Т. 16, вып. 6.– С. 872–876.
- 5 Mignogna, R.V. Thermographic investigation of high-power ultrasonic heating in materials / R.V. Mignogna, R.E. Green, Jr., J.C. Duke, Jr. et al. // J. Ultrasonic.– 1981.– № 7.– P. 159–163.
- 6 Лихачев, В.А. Эффект памяти формы / В.А. Лихачев, С.Л. Кузьмин, З.П. Каменцева // Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1987. - 216 с.
- 7 Рубаник, В.В. Влияние ультразвука на деформационное поведение TiNi сплавов / В.В. Рубаник, В.В. Рубаник (мл.) // Особенности структуры и свойств перспективных материалов / Под общ. ред. А.И. Потекаева. – Томск, Изд-во НТЛ, 2006. – Гл. 12. – С. 219-240.
- 8 Клубович, В.В. Температурные поля в TiNi волноводах при ультразвуковом воздействии / В.В. Клубович, В.В. Рубаник, В.В. Рубаник, О.Е. Рубаник // Вестник БрГТУ (в печати).
- 9 Рубаник, В.В. Моделирование процессов тепловыделения в TiNi сплавах при ультразвуковом воздействии / В.В. Рубаник, А.А. Шадурский, В.В. Рубаник (мл.) // XVII Петербургские чтения по проблемам прочности: сб. матер. конфер., 10-12 апреля 2007, С.-Петербург, в 2 ч. – Ч.2. - С.283-285.

10 Рубаник, В.В. Моделирование механизма переноса тепла в никелиде титана при ультразвуковом нагреве / В.В. Рубаник, А.А. Шадурский, В.В. Рубаник (мл.) // Материалы, технологии и оборудование в производстве, эксплуатации, ремонте и модернизации машин: сб. научн. тр. VI междунар. НТК, 24-26 апреля 2007 г., в 3-х томах, Новополоцк, т.3.- С.231-234.