

Министерство образования Республики Беларусь

ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

66.084 : 534.29

УДК 621.9.02.048

№ госрегистрации 2010 1460

Инв. №

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
д-р техн. наук, проф.

В.В. Пятов

« 2010 »



ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

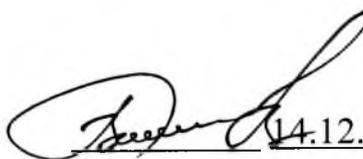
Разработка теоретических основ создания ультразвуковых приводов,
работающих в режиме управляемого резонанса, для применения в технике
и медицине

по теме:

ПРОВЕДЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛОВ С
ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ
(заключительный)

2010-г/б-378

Научный руководитель
д-р техн. наук


14.12.2010

В.В. Рубаник

Начальник НИЧ

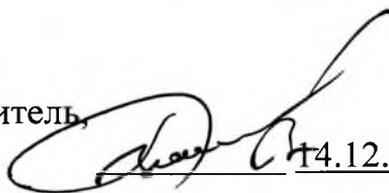


С.А. Беликов

Витебск 2010

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель,
д-р техн. наук



14.12.2010

В.В. Рубаник (введение,
заключение, разделы 1-4)

Исполнители

Канд. физ.-мат. наук, доц.



14.12.2010

В.В. Рубаник мл.
(разделы 1-4)



14.12.2010

С.Н. Милюкина
(раздел 1)



14.12.2010

А.В. Шадурский
(раздел 2)

Нормоконтролер



14.12.2010

А.В. Мясоедов



РЕФЕРАТ

Отчет 56 с., 29 рис., 1 табл., 28 источников.

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

Объектом исследования являются исполнительные элементы пьезоэлектрических приводов на основе сплава никелида титана эквиаомного состава, обладающего эффектом памяти формы.

Цель работы – исследование поведения гибких приводов на основе сплавов с памятью формы, управляемых ультразвуковыми колебаниями.

В работе исследовано поведение гибких приводов на основе сплавов с памятью формы, управляемых за счет ультразвуковых колебаний, проведены тепловизионные исследования температурного поля изготовленных исполнительных устройств при ультразвуковом воздействии. Установлено, что ультразвуковые колебания в условиях управляемого резонанса позволяют реализовать эффект памяти формы, когда обратное фазовое превращение происходит не одновременно, а последовательно по длине гибкой волноводной системы. Трансформация пространственно-изогнутых стержневых элементов под действием ультразвуковых колебаний позволяет реализовать безшарнирные исполнительные механизмы с чрезвычайно малой инерционностью, которые могут использоваться для прецизионного позиционирования, в качестве захватных элементов микроманипуляторов, при разработке исполнительных ультразвуковых устройств нового типа, обладающих эффектом памяти, для которых достаточен односторонний доступ для осуществления обратного термоупругого мартенситного превращения, а также при разработке приводов в исполнительных элементах, в которых эффект памяти реализуется за счет электроконтактного нагрева током.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	5
1 Подбор материала, обладающего эффектом памяти формы, с необходимыми техническими характеристиками и функциональными свойствами, изготовление на его основе гибких волноводных систем	7
2 Исследование акустических параметров гибких волноводных систем для бесшарнирных механизмов работающих в условиях управляемого резонанса	15
3 Проведение исследований температурного поля исполнительных устройств на базе материалов с памятью формы при ультразвуковом воздействии	37
4 Проведение экспериментальных исследований траектории движения контактных звеньев приводных механизмов, изготовленных из материала с эффектом памяти формы при работе в условиях управляемого резонанса	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	52
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	53

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

-
- 1 Ueha, S. Ultrasonic motors: theory and application / S. Ueha, Y. Tomikawa // N.Y.: Oxford University Press, 1993.
 - 2 Sashida, T. An introduction to ultrasonic motors / T. Sashida, T. Kenjo // N.Y.: Oxford University Press, 1993.
 - 3 Friend, J. A piezoelectric linear actuator formed from a multitude of bimorphs / J. Friend, A. Umeshima, T. Ishii, K. Nakamura, S. Ueha // Sensors and Actuators A. Vol. 109. 2004. P. 242-251.
 - 4 Son, K.J. An ultrasonic standing-wave-actuated nano-positioning walking robot / K.J. Son, V. Kartik, J.A. Wickert, M. Sitti // Journal of Vibration and Control. Vol. 12. 2006. P. 1293-1309.
 - 5 Hatsuzawa, T. A linear actuator based on cilia vibration / T. Hatsuzawa, M. Hayase, T. Oguchi // Sensors and Actuators A. Vol. 105. 2003. – P. 183-189.
 - 6 Minchenya, V. Study of microrobots operating in the mode of steerable resonance / V. Minchenya, D. Stepanenko, V. Lysenko, A. Chigarev, K. Zimmermann // Proc. of the 53rd International Scientific Colloquium “Prospects in mechanical engineering”. – Ilmenau, 2008.
 - 7 Abaza, K. Ein Beitrag zur Anwendung der Theorie undulatorischer Lokomotion auf mobile Roboter. Evaluierung theoretischer Ergebnisse an Prototypen / K. Abaza // Universitätsverlag Ilmenau, 2007.
 - 8 Goldfarb, M. Development of a piezoelectrically-actuated mesoscale robot quadruped / M. Goldfarb, M. Gogola, G. Fischer, E. Garcia // Journal of Micromechatronics. Vol. 1. 2001. – P. 205-219.
 - 9 Клубович, В.В. Использование динамического механического анализа для определения механических свойств никелида титана / В.В. Клубович, В.В.Рубаник, В.В.Рубаник мл., С.Н.Милюкина // 49-й Междун. на-

уч. симпоз. «Актуальные проблемы прочности», 14-18 июня 2010 г., Киев, Украина: тез. – Киев, 2010. – С. 130.

10 Кулемин, А.В. Ультразвук и диффузия в металлах / А.В. Кулемин // М.: Металлургия, 1978.– 200 с.

11 Балалаев, Ю.Ф. Об ультразвуковом нагреве металлов / Ю.Ф. Балалаев, В.С. Постников // Физика и химия обработки материалов.– 1968.– № 2.– С. 117–119.

12 Постников, В.С. Внутреннее трение в металлах / В.С. Постников // М.: Изд-во Металлургия, 1969.– 332 с.

13 Лыков, А.В. Теория теплопроводности / А.В. Лыков // М.: Высшая школа. 1967.

14 Кузьменко, В.А. Рассеяние энергии в продольно-колеблющихся статически сжимаемых или растягиваемых металлических стержнях / В.А. Кузьменко, Я.И. Цимбалистый // Пробл. прочности, 1975, № 5. - С.3-8.

15 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.

16 Ооцука, К. Сплавы с эффектом памяти формы / К. Ооцука, К. Симидзу, Ю. Судзуки и др. // Под ред. Фунакубо Х.: пер. с японск. – М.: Металлургия, 1990. – 224 с.

17 Rubanik Jr., V.V. The influence of ultrasound on shape memory behavior / V.V. Rubanik Jr., V.V. Rubanik, V.V. Klubovich // Materials Science and Engineering A 481-482, 2008. – P. 620–622.

18 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. Серия машиностроение.– Т. 4 (46), 2007. – С. 39-40.

19 Рубаник, В.В. Термоупругие фазовые переходы, инициированные акустическим воздействием / В.В. Рубаник, В.В. Клубович, В.В. Рубаник

мл., А.В.Шадурский, О.Е.Рубаник // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: Сб. матер. В 4 кн. 3 МНТК, Минск, 15-17 окт. 2008 года. Кн. 3. – С.139-143.

20 Rubanik, V.V. Modeling of ultrasonic heating of shape memory alloys / V.V.Rubanik, V.V.Klubovich, V.V.Rubanik, Jr., A.V.Shadursky // Fundamental aspects of external fields action on materials: book of the international conference, 26-28 May, 2010, Shenzhen. Ed. by V.Gromov. – Novokuznetsk, Novokuznetsk Polygraphic Center, 2010. – P. 339-352.

21 Рубаник, В.В. Моделирование ультразвукового нагрева гибкой волноводной системы на основе TiNi, работающей в условиях управляемого резонанса / В.В.Рубаник, В.В.Клубович, В.В.Рубаник мл., А.В.Шадурский // XIX Петербургские чтения по проблемам прочности // С.-Петербург, 13-15 апр. 2010 г.: сб. матер. в 2 ч. – Ч.1, СПб., 2010. – С.317-319.

22 Rubanik, V.V. Modeling of ultrasonic initiation of shape memory effect / V.V. Rubanik, V.V. Klubovich, V.V. Rubanik Jr. and A.V. Shadursky // Journal of Materials Engineering and Performance, DOI: 10.1007/s11665-011-9851-1, - 6 p.

23 Лихачев, В.А. Эффект памяти формы / В.А. Лихачев, С.Л. Кузьмин, З.П. Каменцева // Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1987. - 216 с.

24 Клубович, В.В. Моделирование процесса нагрева проволоки из никелида титана постоянным электрическим током / В.В.Клубович, В.В.Рубаник мл., А.В.Шадурский, В.В.Рубаник // 50-й Междун. науч. симпоз. «Актуальные проблемы прочности». 27 сент.-1 окт. 2010 г. Витебск: сб. матер. в 2 ч. // УО «ВГТУ». – Витебск, 2010, Ч.2. – С. 221-223.

25 Голоскопов Д.П. Уравнения математической физики. Решение задач в системе Maple. Учебник для вузов – СПб.: Питер, 2004. – 539 с.

26 Тимошпольский, В.И. Теоретические основы теплофизики и термомеханики в металлургии / В.И. Тимошпольский, Ю.С. Постольник, Д.Н. Андрианов // Мн.: Бел. наука, 2005. – 560 с.

27 Пат. 2413 С2 ВУ, МПК С 21D 8/00, С 22F 3/00. Способ инициирования эффекта памяти формы / В.В.Клубович, В.В.Рубаник, В.Г.Дородейко, В.В.Рубаник (мл.), Ю.В.Царенко. – № 960348; Заявл. 05.07.1996; Опубл. 30.09.1998 // Афіцыйны бюлетэнь / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь.– 1998.– № 3 (18).– С. 176-177.

28 Rubanik, V.V. The ultrasounds initiation of SME / V.V.Rubanik, V.V.Klubovich, V.V.Rubanik, Jr. // J. de Phys.— 2003.— Vol. 112, № IV.— P. 249-251.

