

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УО «Витебский государственный технологический университет»

669.24
УДК 621.9.02.048
№ ГР 20082868
Инв. № _____



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе УО «ВГТУ»
В.В. Пятов
"15" марта 2010 г.

ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе
Исследование и оптимизация функциональных свойств биметаллического
композита «сталь-сплав TiNi с памятью формы»
(заключительный)

2008-г/б-614

Научный руководитель
к.ф.-м.н.

В.В. Рубаник

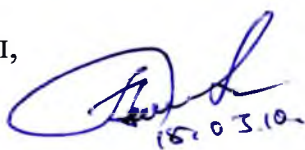
Начальник НИС УО «ВГТУ»

С.А. Беликов

Витебск 2010

Список исполнителей

Руководитель темы,
к.ф.-м.н.



15.03.10.

В.В. Рубаник (общее руководство,
главы 1-8)

Исполнители:

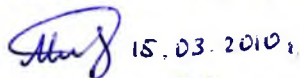
д.т.н.



15.03.2010.

В.В. Рубаник (введение, главы 2-8,
заключение)

м.н.с.



15.03.2010.

С.Н. Милюкина (главы 1, 2)


м.н.с.



15.03.2010.

О.Е. Рубаник (главы 4-7)

м.н.с.



15.03.2010.

А.В. Шадурский (главы 3, 7)

нормоконтроль



А.В. Мясоедов

Реферат

Отчет 44 с., 1 табл., 26 рис., 18 источников.

ЭФФЕКТ ПАМЯТИ ФОРМЫ, КОМПОЗИТ, ФАЗОВОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ, БИМЕТАЛЛ, СВАРКА ВЗРЫВОМ.

Объектом исследований является биметаллический композит сталь-сплав TiNi, полученный сваркой взрывом.

Цель работы – исследование физических, механических и функциональных свойств композита сталь – сплав TiNi с памятью формы, полученного путем сварки взрывом.

Исследованы температуры, температурные интервалы и последовательность мартенситных превращений в исходной пластине из сплава TiNi. Получены сваркой взрывом биметаллические образцы и исследовано влияние пластической деформации, приобретаемой пластинами во время сварки взрывом, распределение химических элементов в зоне сварки, температуры, температурные интервалы и последовательность мартенситных превращений. Определен температурный интервал отжига, восстанавливающего кинетику мартенситных превращений, соответствующую преддеформационному состоянию TiNi сплава.

Содержание

	стр.
Введение	5
1 Кинетика и последовательность термоупругих мартенситных превращений в сплаве TiNi, предназначенном для создания биметаллического композита	6
2 Кинетика мартенситных превращений в биметаллическом композите сталь-сплав TiNi	10
3 Химический состав и распределение химических элементов в зоне сварки биметаллического композита сталь-сплав TiNi	14
4 Диаграммы деформирования биметаллических композитов сталь-сплав TiNi	17
5 Влияние отжига на распределение химических элементов в зоне сварки биметаллического композита "сталь-сплав TiNi"	21
6 Диаграммы деформирования биметаллических композитов "сталь-сплав TiNi" после отжига	28
7 Распределение температур в биметаллическом композите при ультразвуковом воздействии	31
8 Перспективы дальнейшего развития и практического использования полученных результатов	35
Заключение	41
Список использованных источников	42

Список использованных источников

1 Wang, G. Welding of nitinol to stainless steel / Ge Wang // SMST-97: Proceeding of the 2 International conference on shape memory and superelastic technologies. – Asilomar, California, USA, 1997. – P. 131-136.

2 C. Eijk, H. Fostervoll, Z. K. Sallom O.M. Akselsen Plasma Welding of Ni-Ti, stainless steel and Hastelloy C276 // ASM Materials Solutions 2003 Conference, Pittsburgh, Pennsylvania, USA, 13-15 October 2003 // http://www.sintef.no/upload/Materialer_kjemi/Metallurgi/Prosess/paperASM2003.pdf.

3 A. Favlo, F.M. Furgiuele, C. Maletta Laser welding of NiTi alloy: Mechanical and shape memory behaviour // Mater. Sci.Eng. A 412 (2005) p. 235-240].

4 Захаренко, И.Д. Сварка металлов взрывом. Минск, Наука и техника. 1990. 205 с.

5 Prümmer, R. Nitinol-stainless steel compound material, made by explosive welding / R.Prümmer, D.Stöckel // http://www.nitinol.info/pdf_files/014.pdf.

6 Рубаник, В.В. Функциональные свойства TiNi сплава после высокоскоростного деформирования // В.В.Рубаник, В.В.Клубович, Н.Н.Реснина, В.В.Рубаник, В.А.Андреев, С.Н.Милюкина, В.В.Рубаник мл. / Четвертая международная конференция «Фазовые превращения и прочность кристаллов» посвященная памяти академика Г.В. Курдюмова: Сб. тез., 4-8 сентября 2006 г. г. Черногловка. – С. 162-163.

7 Ооцука, К. Сплавы с эффектом памяти формы / К.Ооцука, К.Сумидзу, Ю.Судзуки и др.// Под ред. Х.Фунакубо: Пер. с японск.– М.: Metallurgia, 1990.– 224 с.

8 Duerig, T.W. Ti-Ni shape memory alloys in Material Properties Handbook: Titanium Alloys // Duerig T.W., Pelton A.R. / G.W.R. Boyer and E.W. Collings, Eds. Material Park, OH: American Society for Metals, 1994. – P. 1035-1048.

9 Standard test method for transformation temperature of nickel- titanium alloys by thermal analysis, ASTM F2004-00 Standard, 2001.

10 Belyaev, S. Martensitic transformation and physical properties of 'steel-TiNi' bimetal composite, produced by explosion welding / S.Belyaev, V.Rubanik, N.Resnina, V.Rubanik Jr, O.Rubanik, V.Borisov // Phase Transitions, 2010, vol. 83, № 4. – P. 276–283.

11 Klubovich, V.V. Explosive welding of stainless steel/TiNi bimetal composite / V.V. Klubovich, V.V. Rubanik, I.V. Petrov, N. Resnina, S. Belyaev et al. // 8 European Symposium on Martensitic Transformations (ESOMAT). Abstract. Prague, Czech republic, 7-11 sept. 2009. – P. 139.

12 Рубаник, О.Е. Получение сваркой взрывом и свойства композитов TiNi-сталь / О.Е. Рубаник, В.В. Клубович, В.В. Рубаник (мл.) // Сборник докладов 8-й международной конференции «Авангардные машиностроительные технологии АМО*2008», Болгария, Кранево, 18-20 июня 2008 г. - 2008. – С. 185-189.

13 Rubanik, V. Chemical elements distribution, variation of martensitic transformation kinetics and micro-hardness in stainless steel/TiNi bimetal composite produced by explosion welding / V. Rubanik, S. Belyaev, N. Resnina, V. Rubanik Jr., O. Rubanik, V. Borisov // 8 European Symposium on Martensitic Transformations (ESOMAT). Abstract. Prague, Czech republic, 7-11 sept. 2009. – P. 130.

14 Rubanik, V. Influence of annealing on kinetics of martensitic transformations and structure in bimetal composite “stainless steel – TiNi” produced by explosion welding / V. Rubanik, N. Resnina, S. Belyaev, V. Rubanik Jr. O. Rubanik, I. Lomakin // 8 European Symposium on Martensitic Transformations (ESOMAT). Abstract/ Prague, Czech republic, 7-11 sept. 2009. – P. 132.

15 Беляев, С.П. Влияние отжига на распределение химических элементов в зоне сварки биметаллического композита сталь-TiNi / С.П.Беляев, В.В.Клубович, Н.Н.Реснина и др. // Сб. тез. междун. симп. «Перспективные материалы и технологии», Витебск, 25-29 мая 2009 г. - 2009. – С. 220.

16 Otsuka, X. *Physical metallurgy of Ti–Ni-based shape memory alloys* / *Progress in Materials Science*. Vol. 50. – 2005. – P. 511–678.

17 Беляев, С.П. Функциональные свойства биметаллического композита “сталь – сплав с памятью формы” / С.П.Беляев, А.Е.Волков, М.Е.Евард, Н.Н.Реснина, В.В.Рубаник (мл.) // *Успехи механики сплошных сред: Тез. Всероссийской конференции, приуроченной к 70-летию академика В.А. Левина. 29 сент.-5 окт. 2009 г. Владивосток, Россия: Дальнаука, 2009. - С. 78.*

