



НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК БЕЛАРУСІ

ДЗЯРЖАЎНАЯ НАВУКОВАЯ ўСТАНОВА
«ІНСТЫТУТ ТЭХНІЧНАЙ АКУСТЫКІ
НАЦЫЯНАЛЬНАЙ АКАДЭМІІ НАВУК
БЕЛАРУСІ»
«ІТА НАН Беларусі»

210009, г. Витебск, пр-т Генерала Людникова, 13
Тэл./факс (0212) 33 19 34. E-mail: ita@vitebsk.by
УНП 300229851.

Р/р № ВУ79АКВВ36329030004262000000
у ААТ «ААБ Беларусбанк», БИК АКВВВУ2Х

21. 11. 2024 № 153-01-24/1181

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ИНСТИТУТ ТЕХНИЧЕСКОЙ АКУСТИКИ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
БЕЛАРУСИ»
«ИТА НАН Беларусі»

210009, г. Витебск, пр-т Генерала Людникова, 13
Тел./факс (0212) 33 19 34. E-mail: ita@vitebsk.by
УНП 300229851.

Р/с № ВУ79АКВВ36329030004262000000
в ОАО «АСБ Беларусбанк», БИК АКВВВУ2Х

На № _____ ад _____

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Рубаника Василя Васильевича на диссертацию Сибирева Алексея Владимировича на тему «Оптимизация температурных условий термоциклирования для стабилизации деформационно-силовых характеристик сплава NiTi с памятью формы», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

Работа А.В. Сибирева посвящена решению актуальной задачи механики и физики функциональных материалов с памятью формы, а именно разработке эффективных научно-обоснованных методов повышения термоциклической стабильности функциональных свойств сплавов на основе NiTi.

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений поскольку сплавы с памятью формы на основе никелида титана относятся к функциональным материалам и проявляют необычное механическое поведение: эффект памяти формы, псевдоупругость, развивают реактивные механические напряжения, что широко используется во многих отраслях промышленности и медицине. Приводы многократного действия на основе никелида титана имеют значительные преимущества по сравнению с аналогами, что обуславливает перспективу их применения. Актуальной задачей является разработка новых методов и способов повышения стабильности функциональных свойств таких материалов для термомеханических приводов многократного действия.

Научная новизна представленных автором результатов заключается в том, что в работе впервые:

- исследовано влияние изотермических выдержек на восстановления температур и последовательности мартенситных превращений в сплаве NiTi, подвергнутом термоциклированию.
- установлена взаимосвязь между изменением плотности дефектов и температурами мартенситных переходов. Показано, что на зависимости температур переходов от плотности дефектов можно выделить нелинейный участок на начальной этапе термоциклирования и последующий линейный участок.
- исследованы особенности движения межфазных границ при мартенситном превращении в сплаве NiTi после отжига и после предварительного деформирования в мартенситной фазе.

33-06-1127 от 25.11.2024

- установлено влияние доли прямого и обратного переходов, включенных в интервал термоциклирования, на изменение функциональных свойств сплава NiTi при термоциклировании под напряжением или в режиме привода.
- установлено, что уменьшение доли прямого перехода при термоциклировании более эффективно для подавления пластической деформации и улучшения стабильности функциональных свойств сплава NiTi, чем уменьшение доли обратного перехода.
- установлено, что диаграмма «реактивное напряжение-обратимая деформация» является нелинейной, поскольку при высоких жесткостях контртела реактивное напряжение возрастает только до величины напряжения течения аустенитной фазы.
- установлено влияние положения максимальной и минимальной температур в цикле относительно температур мартенситного перехода на изменение функциональных свойств сплава NiTi при термоциклировании в режиме привода.
- разработаны и апробированы рекомендации по выбору оптимальных температурных, деформационных и силовых условий термоциклирования сплава NiTi при которых изменение его свойств минимально.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что в работе получены новые фундаментальные знания о взаимосвязи плотности дефектов, с одной стороны, и температур мартенситных переходов, обратимой и необратимой деформации и реактивных напряжений, с другой стороны, при термоциклировании сплава NiTi в различных режимах. Впервые установлено влияние долей прямого и обратного переходов, реализуемых в интервале термоциклирования, на изменение функциональных свойств сплава NiTi, функционирующего в режиме привода. Полученные результаты могут являться основой для разработки новых моделей описания и прогнозирования изменения свойств сплавов с памятью формы при термоциклировании, учитывающих важнейшую связь между дефектной структурой материала и его функциональными свойствами.

Практическая значимость работы связана с возможностями применения результатов для разработки режимов работы приводов, обеспечивающих минимальные изменения функциональных свойств сплава NiTi, а, следовательно, и рабочих характеристик устройств при термоциклировании.

Достоверность результатов, полученных в диссертации, обусловлена использованием современного оборудования и методик исследования, апробированных методик теоретического расчета, воспроизводимостью экспериментальных результатов, согласованностью выводов с современными научными представлениями о мартенситных переходах и функциональном поведении сплавов с памятью формы на основе TiNi.

Результаты диссертации хорошо апробированы на российских и международных конференциях и опубликованы в 33 работах по теме исследования, из которых 17 статей в изданиях, индексируемых базами Scopus и Web of Science.

Диссертационная работа структурирована в виде: введения, трех глав, заключения и списка литературы. Рукопись написана достаточно ясным и понятным научным языком, хорошо иллюстрирована. Содержание полно раскрывает постановку задач, методы их решения и полученные результаты. Материал диссертации изложен на 197 страницах печатного текста

(русская версия работы), включает список цитируемой литературы из 160 наименований. Оформление диссертации соответствует общепринятым требованиям.

В качестве **замечаний** следует отметить следующее:

1. В работе, в основном, представлены результаты исследований для равноатомного никелида титана, обладающего памятью формы. Из материалов диссертации непонятно, можно ли применять выводы и рекомендации к никелиду титану неравноатомного состава, легированному никелиду титана, иным сплавам с памятью формы?
2. Непонятно, насколько предложенный способ улучшения стабильности свойств сплава NiTi лучше/хуже, чем известные методы упрочнения этого сплава? Когда его целесообразно использовать вместо традиционных методов упрочнения, а когда – не целесообразно?
3. Неясно, будет ли влиять предварительная обработка сплава (температура и продолжительность отжига, наличие наклепа и пр.) на эффективность предложенных рекомендаций для никелида титана?

Вышеуказанные замечания не носят принципиального характера и не меняют общей положительной оценки работы, полученные результаты имеют как научную, так и практическую ценность.

Диссертация Сибирева Алексея Владимировича на тему: «Оптимизация температурных условий термоциклирования для стабилизации деформационно-силовых характеристик сплава NiTi с памятью формы» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Сибирев Алексей Владимирович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета
доктор технических наук (05.02.07), профессор,
директор государственного научного учреждения
«Институт технической акустики
Национальной академии наук Беларуси»

21 ноября 2024 г.



Рубаник Василий Васильевич

210009, г. Витебск, пр. Генерала Лядникова, 13
+375(212) 331941, +375(29) 6663977
jr@tut.by