

Федеральное Агентство Научных Организаций
Министерство образования и науки Российской Федерации
Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов
управления РАН
Научный Совет РАН по физике конденсированных сред
Научный Совет Президиума РАН по материалам и наноматериалам
Межгосударственный координационный совет по физике прочности
и пластичности материалов
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН
Институт механики сплошных сред УрО РАН
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

**Конференция проводится при финансовой поддержке
Российского Научного Фонда (грант № 15-12-30010)**

LVIII Международная конференция

**«Актуальные
проблемы прочности»**

*16–19 мая 2017 года
Пермь, Россия*

**Конференция посвящается памяти
профессора Эдуарда Викторовича Козлова**

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

Пермь
2017

АСИММЕТРИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЭФФЕКТА ПАМЯТИ ФОРМЫ В СПЛАВЕ $\text{Ni}_{50.3}\text{Ti}_{32.2}\text{Hf}_{17.5}$ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ И СЖАТИИ

Тагильцев А.И., Тимофеева Е.Е., Панченко Е.Ю., Чумляков Ю.И.

Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, Россия, antontgl@gmail.com

Материалы с функциональными свойствами в последнее время изучаются все интенсивнее, поскольку использование эффекта памяти формы (ЭПФ) и сверхэластичности (СЭ) во многих сферах деятельности актуально, а иногда и необходимо для дальнейшего развития промышленности. Эти материалы могут использоваться как сенсоры, датчики, актюаторы, демпферы, рабочие части сложных конструкций как в автомобильной индустрии, строительстве, так и в аэрокосмической промышленности, микроэлектронике. Одним из наиболее известных материалов является никелид титана и сплавы на его основе. Легирование Hf двойных сплавов NiTi значительно повышает его прочность, увеличивает критические напряжения образования мартенсита (~ 1 ГПа), приводит к росту характеристических температур мартенситного превращения (вплоть до 100К на каждые 10 ат. % Hf), а механический гистерезис становится равным не менее 400 МПа. Целью данной работы является исследование функциональных свойств в поликристаллах и [111]-монокристаллах сплава $\text{Ni}_{50.3}\text{Ti}_{32.2}\text{Hf}_{17.5}$ (ат. %) в зависимости от способа деформации (растяжение/сжатие) в исходном состоянии без дополнительных термообработок.

Обнаружено, что в монокристаллах сплава $\text{Ni}_{50.3}\text{Ti}_{32.2}\text{Hf}_{17.5}$, выращенных из того же сплава, что и поликристаллы, и ориентированных вдоль [111]-направления, мартенситное превращение (МП) под нагрузкой осуществляется при температурах ниже, чем в поликристаллах (на 100К). Поликристаллы при МП под нагрузкой (100 МПа) проявляют высокотемпературный ЭПФ при $T > 400\text{K}$ при деформации сжатием. Обратимая деформация (при одном и том же способе деформации) больше в монокристаллах, поскольку в них возможен ориентированный рост кристаллов мартенсита, в отличие от поликристаллов, где осуществляется усреднение деформации из-за различной ориентации зерен. Однако, наибольшая величина обратимой деформации наблюдается в поликристаллах при деформации растяжением и равна 3,4%, тогда как в монокристаллах максимальная деформация составляет 1,5% при сжатии (по сравнению с поликристаллами, где деформация при сжатии равна 1,1%).

Температурный гистерезис ΔT в обоих состояниях (поликристаллы/ монокристаллы) различается, как и его зависимость от приложенных напряжений в циклах охлаждения/нагрева при постоянной нагрузке. В монокристаллах величина ΔT не превышает 65К и уменьшается с ростом приложенных напряжений до 50К при 350 МПа. Обратная ситуация наблюдается в поликристаллах: минимальная величина ΔT составляет 40К, но гистерезис с ростом приложенных напряжений, наоборот, увеличивается до 56К при 350 МПа.

Величина коэффициента α , отвечающего за рост критических напряжений образования мартенсита с ростом температуры испытания, также отличается в поликристаллах (15,4 МПа/К) и в монокристаллах (9,4 МПа/К) и не зависит от способа деформации. Эти условия (высокое значение коэффициента α , увеличение ΔT с ростом приложенных напряжений, а также низкие прочностные свойства высокотемпературной фазы $\sigma_{0.1} < 900$ МПа) являются причиной отсутствия СЭ в поликристаллах. В монокристаллах предел текучести высокотемпературной В2-фазы $\sigma_{0.1} \approx 1500$ МПа, наблюдается высокотемпературная СЭ при $T > 363\text{K}$, а интервал развития СЭ составляет $\Delta T_{\text{СЭ}} = 60\text{K}$.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 14-29-00012