

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения  
Российской академии наук

## **МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**Перспективные материалы  
с иерархической структурой  
для новых технологий  
и надежных конструкций**

**19 - 23 сентября 2016 г.**

**Томск, Россия**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**ТЕРМОУПРУГИЕ  $\gamma$ - $\alpha$ '-МАРТЕНСИТНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ,  
ЭФФЕКТ ПАМЯТИ ФОРМЫ И СВЕРХЭЛАСТИЧНОСТЬ  
В ВЫСОКОПРОЧНЫХ МОНОКРИСТАЛЛАХ FeNiCoAlNb**

Чумляков Ю.И., Киреева И.В., Куц О.А., Победенная З.В., Куксгаузен И.В.,  
Куксгаузен Д.А., Платонова Ю.Н., Поклонов В.В, Панченко М.Ю., Реунова К.А.  
Сибирский физико-технический институт НИ Томского государственного университета,  
Томск, Россия  
bolga@sibmail.com

На [001]-монокристаллах сплава на основе железа FeNiCoAlNb представлены экспериментальные результаты по исследованию обратимых термоупругих мартенситных превращений (МП) под нагрузкой из ГЦК фазы (аустенит) в ОЦТ фазу (мартенсит) в зависимости от размера дисперсных частиц  $\gamma'$ -фазы, способа деформации – растяжения/сжатия, температуры испытания. Показано, что необходимые условия для развития термоупругих МП достигаются за счет выделения наноразмерных частиц  $\gamma'$ -фазы. Впервые на монокристаллах FeNiCoAlNb с осью растяжения вдоль [001]-направления и с размером частиц  $\gamma'$ -фазы  $d \leq 5$  нм обнаружены аномально большие обратимые деформации в экспериментах по исследованию сверхэластичности (СЭ), равные 15.3 %. Эти значения в 2 раза превышают теоретически рассчитанные значения деформации решетки при ГЦК–ОЦТ МП. Установлена физическая причина появления таких аномально больших обратимых деформаций, которые связаны с развитием обратимого ГЦК–ОЦТ МП и обратимого механического двойникования  $\langle 110 \rangle \{110\}$  в кристаллах ОЦТ мартенсита. При растяжении увеличение размера частиц  $d > 5$ –20 нм приводит к повышению температуры  $M_s$ , уменьшению термического и механического гистерезиса и обратной деформации по сравнению с наноразмерными частицами с  $d \leq 5$  нм. При деформации сжатием [001]-кристаллов СЭ, равная 15.5 %, наблюдается при размере частиц  $\gamma'$ -фазы  $d \leq 5$  нм, и величина механического гистерезиса при этом  $\Delta\sigma = 400$  – 500 МПа. Эти значения обратной деформации оказываются равными теоретически рассчитанным значениям деформации решетки при ГЦК–ОЦТ превращении при сжатии вдоль [001]-направления. Увеличение размера частиц  $d > 5$  нм приводит к подавлению СЭ, но имеет место эффект памяти формы от 10 до 15 %, который уменьшается с ростом размера частиц.

Предложены механизмы взаимодействия МП с дисперсными частицами, которые учитывают соотношение размеров частицы  $d$  и толщины двойников  $t$ , влияние внешних напряжений на процессы двойникования в кристаллах мартенсита. В [001]-кристаллах при растяжении при  $d < t$  частицы сохраняют когерентность при ГЦК–ОЦТ переходе и внешние напряжения не воздействуют на двойниковую структуру мартенсита с элементами двойникования  $\langle 111 \rangle \{112\}$ , способствуют развитию «упругого» двойникования в кристаллах мартенсита по системам  $\langle 011 \rangle \{110\}$ . Двойники  $\langle 011 \rangle \{110\}$  имеют малые значения вектора Бюргерса, огибают дисперсные частицы, создают обратные дальнедействующие поля напряжений, которые способствуют их обратному движению при разгрузке. В [001]-кристаллах при сжатии МП под нагрузкой сопровождается раздвойникованием  $\langle 111 \rangle \{112\}$  в мартенсите, и в результате деформация решетки  $\epsilon_0$  состоит из деформации превращения с образованием сдвойникового мартенсита величиной 8.7 % и деформации с последующим раздвойникованием 7.7 %. В результате при раздвойниковании плоскость габитуса отклоняется от своего положения в ненагруженном кристалле, что приводит к появлению внутренних напряжений и к образованию дислокаций. При одном и том же размере частиц  $d \leq 5$  нм механический гистерезис при сжатии значительно выше, чем при растяжении.

Работа выполнена за счет средств РФФИ, грант № 14-29-00012.