ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

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

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/183

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ НА ЭФФЕКТ ПАМЯТИ ФОРМЫ В МОНОКРИСТАЛЛАХ СПЛАВА $\text{Co}_{49}\text{Ni}_{21}\text{Ga}_{30}$

Победенная З.В., Куксгаузен И.В., Куксгаузен Д.А., Киреева И.В., Чумляков Ю.И.

Сибирский физико-технический институт Национального исследовательского Томского государственного университета, Томск

В данной работе представлены исследования одностороннего эффекта памяти формы (ЭПФ) и двустороннего эффекта памяти формы (ДЭПФ) в $[123]$ -монокристаллах ферромагнитного сплава $\text{Co}_{49}\text{Ni}_{21}\text{Ga}_{30}$ (ат. %), испытывающего B2-L1₀ термоупругое мартенситное превращение (МП), при деформации сжатием.

Для исследований были выбраны монокристаллы в следующих структурных состояниях. Кристаллы I – отжиг при $T = 1423$ К, 30 мин с последующей закалкой в воду. Кристаллы II – отжиг при $T = 1423$ К, 30 мин с последующей закалкой в воду + старение 623 К, 3 часа в свободном состоянии. Кристаллы III – отжиг при $T = 1423$ К, 30 мин с последующей закалкой в воду + старение 623 К, 3 часа под нагрузкой $\sigma = 150$ МПа. Установлено, что кристаллы I находятся в однофазном состоянии. Последующее старение при $T = 623$ К в течение 3 часов приводит к выделению наноразмерных частиц γ' -фазы неравноосной формы: толщина и длина частиц равны, соответственно, $w = 5-8$ нм, $d = 10-25$ нм. Так как плоскость габитуса частицы параллельна плоскости (111) B2-фазы, то в кристаллах, состаренных под нагрузкой, будет формироваться 1 вариант частиц, а в свободном состоянии – четыре.

При охлаждении/нагреве в свободном состоянии в кристаллах I и II формируется самоаккомодирующая структура, образец не изменяет размеров и ДЭПФ не наблюдается. В дальнейшем, при повышении значений напряжений $\sigma > 0$ МПа проявляется обычный ЭПФ, т.е. при охлаждении под нагрузкой при $T = M_s$ начинает расти ориентированный вариант мартенсита, с чем связана деформация. При нагреве до $T = A_s$ начинается обратное МП и при $T > A_f$ вся заданная деформация является обратимой. В отличие от кристаллов I и II, в кристаллах III при охлаждении в свободном состоянии реализуется ДЭПФ, его величина составляет $1.2(\pm 0.2)\%$. Как и в кристаллах I и II, в кристаллах III при увеличении нагрузки наблюдается ЭПФ и значения обратимой деформации при ЭПФ растут с увеличением внешних напряжений. Максимальная величина ЭПФ в кристаллах III наблюдается при $\sigma_{\text{внеш}} = 400$ МПа и составляет $\varepsilon = 2.2(\pm 0.2)\%$, тогда как в кристаллах I и II максимальная величина ЭПФ $3.8(\pm 0.2)\%$ при $\sigma_{\text{внеш}} = 125$ МПа и $2.4(\pm 0.2)\%$ при $\sigma_{\text{внеш}} = 200$ МПа, соответственно. Уменьшение ЭПФ и ДЭПФ в кристаллах II и III по сравнению с однофазным состоянием связано с выделением частиц и определяется уменьшением объема матрицы, которая испытывает МП. Частицы γ' -фазы не испытывают превращения. Электронно-микроскопически установлено, что объемная доля f частиц γ' -фазы в состаренных кристаллах составляет $20(\pm 0.3)\%$.

В кристаллах I и II так же возможно наблюдение ДЭПФ после предварительной тренировки (термоциклирование через температурный интервал МП под действием внешнего сжимающего напряжения) при $\sigma_{\text{внеш}} = 30$ МПа и $\sigma_{\text{внеш}} = 10$ МПа, соответственно. В кристаллах I максимальная величина ДЭПФ составляет $3.8(\pm 0.2)\%$ после тренировки под $\sigma_{\text{внеш}} = 250$ МПа и равна значению ЭПФ. В кристаллах II величина ДЭПФ после тренировки при $\sigma_{\text{внеш}} = 10$ МПа оказывается максимальной и равна $0.9(\pm 0.2)\%$, дальнейшее увеличение нагрузки в тренировочном цикле приводит к уменьшению значения ДЭПФ до $0.4(\pm 0.2)\%$. В кристаллах III, также как и в кристаллах II, увеличение нагрузки в тренировочном цикле приводит к уменьшению величины ДЭПФ. Таким образом, старение способствует появлению ДЭПФ при меньших внешних напряжениях в тренировочном цикле $\sigma_{\text{внеш}} = 0-10$ МПа, по сравнению с однофазными кристаллами.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-33-00101 мол_а.