

ДИАГРАММЫ СЖАТИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ И ПОСЛЕДУЮЩЕЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ПАМЯТИ ФОРМЫ В МОНОКРИСТАЛЛАХ Ni-Fe-Ga-Co

¹Аверкин А.И., ²Солдатов А.В., ¹Тимашев Р.Б.,
¹Гузилова Л.И., ¹Малыгин Г.А., ^{1,3}Николаев В.И.

¹ФТИ им. ИоффеРАН, г. Санкт-Петербург, Россия

²СПбГПУ Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия

³Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург, Россия, E-mail: AndreyAverkin@mail.ru

Монокристаллы сплава $Ni_{49}Fe_{18}Ga_{27}Co_6$ с эффектом памяти формы после деформации вдоль $[110]_A$ способны к взрывоподобному восстановлению деформации памяти формы (ПФ) при обратном мартенситном превращении. Ранее была установлена зависимость максимальной скорости восстановления деформации ПФ от предварительной деформации, определена область на деформационной диаграмме, где реализуется высокоскоростное восстановление ПФ.

В настоящей работе исследована зависимость скорости восстановления деформации ПФ от температуры предварительного деформирования. Исследование проводилось на монокристаллах сплава $Ni_{49}Fe_{18}Ga_{27}Co_6$ с температурами прямого и обратного мартенситного превращения: $M_s=322K$, $M_f=262K$, $A_s=277K$, $A_f=336K$. (рис.1).

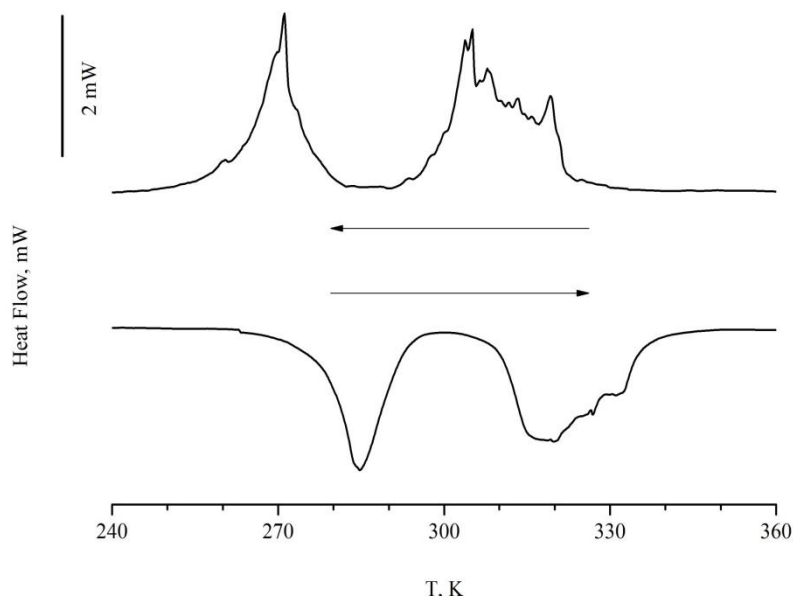


Рисунок 1 – Кривая ДСК монокристалла $Ni_{49}Fe_{18}Ga_{27}Co_6$

Полная деформация памяти формы (ПФ) задавалась образцам в диапазоне температур 210-340K (рис.2). При каждой из указанных температур величина остаточной деформации составляла $5.75\pm 0.25\%$. С увеличением температуры испытаний фазовый предел упругости возрастает. Диаграммы сжатия при всех температурах демонстрируют характерное для данного материала двухэтапное накопление деформации памяти формы.

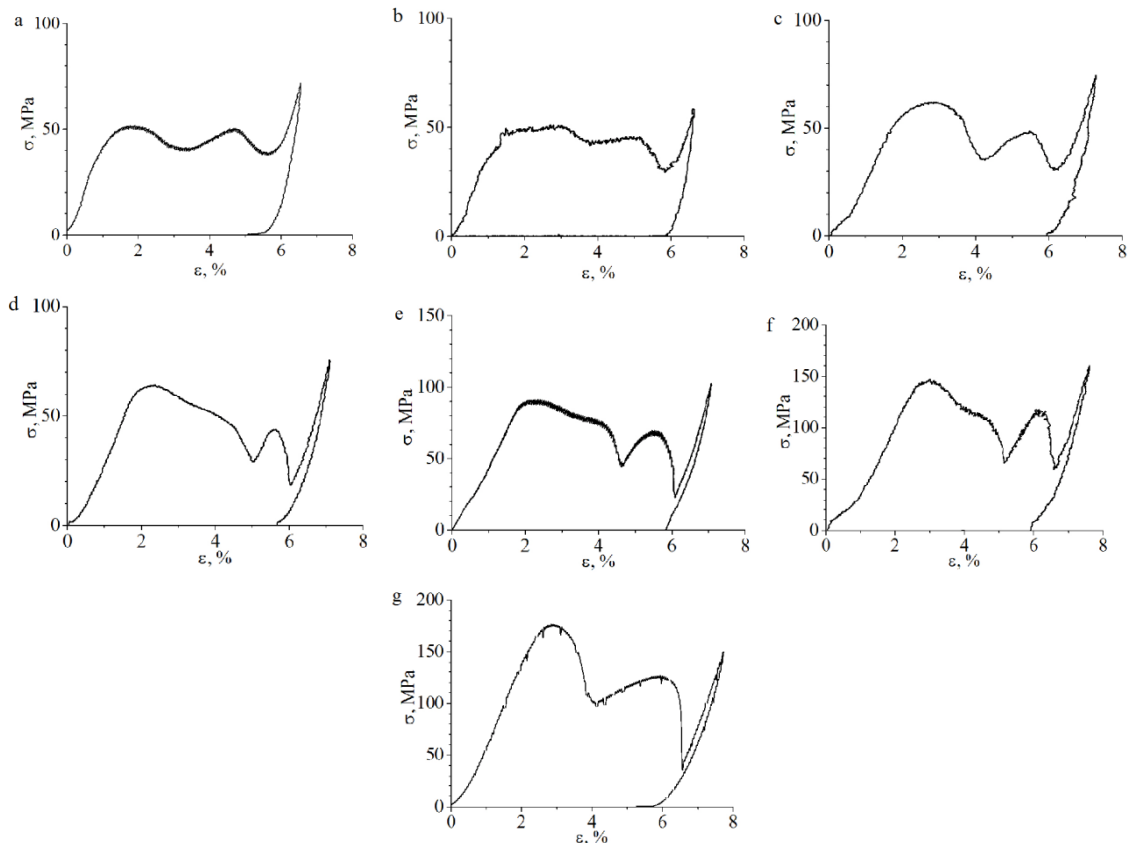


Рисунок 2 – Диаграммы сжатия монокристалла $\text{Ni}_{49}\text{Fe}_{18}\text{Ga}_{27}\text{Co}_6$ вдоль $[110]_A$ при различных температурах: (a) 213 K, (b) 227 K, (c) 246 K, (d) 371 K, (e) 292 K, (f) 320 K, (g) 339

Скорость и деформация восстановления формы при нагреве фиксировались при помощи лазерного интерферометрического как функция температуры. Скорость нагрева составляла 2 K/мин, разрешающая способность интерферометра 0.3 мкм.

Восстановление деформации ПФ всех испытанных образцов носило высокоскоростной характер. Группа образцов, деформация которых происходила при температуре меньше 320K, продемонстрировала близкие между собой значения максимальной скорости восстановления и температуры обратного мартенситного превращения, 18.0 ± 0.05 м/с и 390 ± 2 K соответственно.

Количественное различие в скорости и температуре восстановления наблюдалось для образцов сжатых при температурах 320K и 339K. Обратное мартенситное превращение в этих образцах происходило при более высоких температурах (401K и 410K) и с более высокими скоростями (19.8 м/с и 22.1 м/с).

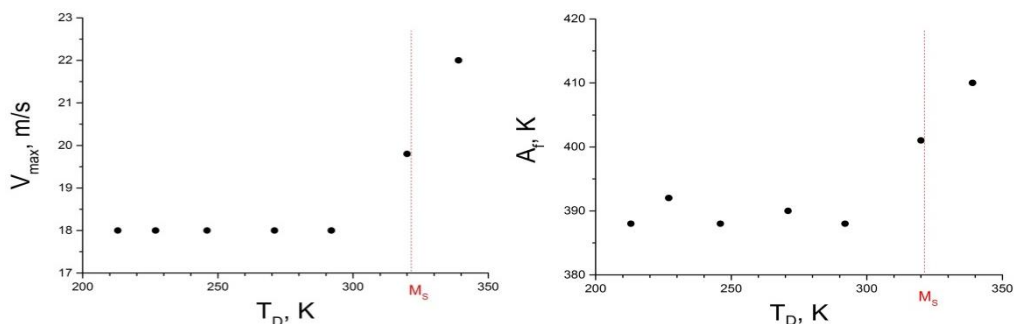


Рисунок 3 – Зависимость скорости восстановления (слева) и температуры обратного мартенситного превращения (справа) от температуры предварительного деформирования монокристалла $\text{Ni}_{49}\text{Fe}_{18}\text{Ga}_{27}\text{Co}_6$

Деформация образцов из первой группы происходила при температурах ниже M_s , т.е. мартенситная фаза в них образовалась при охлаждении и впоследствии

подверглась переориентировке в процессе деформации. В образцах сжатых при температурах выше M_s , мартенситная ваза возникала в процессе деформации и стабилизировалась при снятии нагрузки. Так как во втором случае в кристалле образуются мартенситные домены только определенной ориентации, то конечная структура оказывается более устойчивой при нагреве. Стабилизация мартенситной структуры приводит к возрастанию температуры обратного мартенситного превращения, и как следствие к возрастанию скорости восстановления деформации памяти формы.

В результате проведенной работы был выявлен способ увеличения скорости восстановления деформации памяти формы до 25%.

Работа поддержана Российским научным фондом (Грант РНФ № 16-19-00129).