

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**

21 - 25 сентября 2015 г.

Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**ЭФФЕКТ ПАМЯТИ ФОРМЫ И СВЕРХЭЛАСТИЧНОСТЬ ПРИ
ТЕРМОУПРУГОМ γ - α' МАРТЕНСИТНОМ ПРЕВРАЩЕНИИ В
МОНОКРИСТАЛЛАХ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ НА
ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА**

Чумляков Ю.И., Киреева И.В., Победенная З.В., Куц О.А.,
Куксгаузен И.В., Куксгаузен Д.А., Платонова Ю.Н.,
Поклонов В.В., Панченко М.Ю., Реунова К.А.

*Сибирский физико-технический институт им. В.Д. Кузнецова, Томск, Россия,
kireeva@spti.tsu.ru*

На монокристаллах высокопрочных неупорядоченных сплавов на основе железа Fe-28%Ni-17%Co-11.5%Al-2.5%X (X=Ta, Nb, Nb+V, Ti, Ti+Nb+Ta) исследовано влияние химического состава дисперсных частиц γ' -фазы, атомно упорядоченной по типу $L1_2$, на развитие термоупругих мартенситных переходов (МП) под нагрузкой из высокотемпературной ГЦК(γ)-фазы в тетрагональный ОЦТ(α')-мартенсит. Показано, что термоупругие γ - α' МП при охлаждении/нагреве в свободном состоянии и под нагрузкой с эффектом памяти формы (ЭПФ) и сверхэластичностью (СЭ) в сплавах на основе железа имеют место не зависимо от их химического состава при размере частиц d от 2 нм до 12 нм и объемной доли f от 15% до 20%.

Установлены общие закономерности зависимости величины ЭПФ и СЭ, термического и механического гистерезиса от размера частиц, их состава на примере кристаллов, ориентированных вдоль [001] направления, при деформации растяжением. Показано, что в исследованных монокристаллах сплавов на основе железа: 1) зависимость напряжений для начала МП описывается соотношением Клапейрона-Клаузиуса; 2) температурный интервал СЭ достигает 150-200 К и СЭ наблюдается при температурах от 77К до 373 К; 3) величина ЭПФ и СЭ зависит от размера и состава частиц при деформации растяжением и максимальная величина их от 8 до 15% наблюдается при размере частиц $d=2$ нм; 4) механический и термический гистерезис под нагрузкой так же определяется размером частиц, их химическим составом и температурой испытания.

Высокий уровень прочностных свойств высокотемпературной фазы, который определяется размером и химическим составом частиц γ' -фазы, является необходимым условием для термоупругого характера γ - α' МП под нагрузкой, малых значений термического и механического гистерезиса, большого температурного интервала сверхэластичности.

На основе полученных экспериментальных данных выяснена физическая причина, обеспечивающая кристаллографическую обратимость деформации в неупорядоченных сплавах на основе железа, связанная с возникновением обратных дальнедействующих напряжений, которые

направлены в противоположную сторону мартенситному сдвигу, имеющему место при прямом переходе и способствующие обратному переходу.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 14-29-00012

**СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И МИКРОТВЕРДОСТЬ
АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АК21 ПОСЛЕ ИНТЕНСИВНОЙ
ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОТЖИГА**

Швец К.С.¹, Халикова Г.Р.², Корзникова Е.А.², Трифонов В.Г.²

¹Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, Россия,

²Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, Уфа, Россия

karinashvetz@yandex.ru, gulnara.r.khalikova@gmail.com,

elena.a.korznikova@gmail.com, vadimt@anrb.ru

Вырезанные из жидкоштампованной заготовки диски диаметром 8 мм и утоненные до толщины 0,45 мм подвергали интенсивной пластической деформации (ИПД) при комнатной температуре кручением на 5 оборотов под давлением 4 ГПа. Истинная логарифмическая деформация равнялась $\epsilon=6$. Затем деформированные образцы отжигали в печи при температурах 300, 400 и 500°C в течение 5 минут. Исследовали влияние ИПД и последующего отжига на структуру и микротвердость сплава. Оценку структурных характеристик исследуемого сплава и его микротвердости проводили на середине радиуса образца.

При ИПД имело место разрушение и частичное растворение первичных фаз кремния и интерметаллидных частиц в алюминиевой матрице. При этом объемная доля частиц кремния уменьшалась с $14\pm 1\%$ до $10\pm 1\%$ и интерметаллидных фаз с $11\pm 1\%$ до $7\pm 1\%$, средняя их площадь снижалась с $2,9\pm 0,1$ мкм² до $1,6\pm 0,1$ мкм² и с 53 ± 7 мкм² до $0,9\pm 0,2$ мкм², соответственно. Кроме того, при ИПД формировалась сильно фрагментированная наноструктура со средним размером отдельных фрагментов ~50...250 нм. Такие структурные изменения в деформированном сплаве привели к повышению значений микротвердости со 150 HV (для исходного жидкоштампованного состояния) до ~230 HV.

Последующий высокотемпературный отжиг привел к распаду деформационно-пересыщенного алюминиевого твердого раствора с выделением частиц вторых фаз: глобулярного кремния и упрочняющей интерметаллидной фазы, меняющей морфологию от глобулярной при температуре 300°C до стержнеобразной – при 500°C.

С ростом температуры отжига с 300 до 500°C объемная доля частиц кремния увеличивалась и достигала уровня исходного жидкоштампованного состояния. При этом средняя площадь частиц увеличивалась с $0,53\pm 0,03$ мкм² до $1,07\pm 0,05$ мкм². Повышение температуры отжига привело к уменьшению объемной доли