

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ Ti-Ni, ПОДВЕРГНУТЫХ РКУ ПРЕССОВАНИЮ И КОМБИНИРОВАННЫМ ТМО

Прокошкин С. Д.<sup>1)</sup>, Хмелевская И. Ю.<sup>1)</sup>, Добаткин С. В.<sup>1,2)</sup>, Столяров В. В.<sup>3)</sup>,  
Трубицына И. Б.<sup>1)</sup>, Короткицкий А. В.<sup>1)</sup>, Инаскян К. Э.<sup>1)</sup>, Прокофьев Е. А.<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Московский институт стали и сплавов, Москва, Россия, [prokoshkin@tmo.misis.ru](mailto:prokoshkin@tmo.misis.ru)

<sup>2)</sup> Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Москва, Россия

<sup>3)</sup> Институт физики перспективных материалов, Уфа, Россия

Функциональные свойства сплавов с памятью формы (СПФ) на основе никелида титана (обратимая деформация  $\epsilon_r$ , реактивное напряжение  $\sigma$ , температурный интервал восстановления формы) – структурночувствительные, поэтому различные способы термомеханической обработки (ТМО) СПФ весьма эффективно применяются на практике. Наиболее широко используется схема, включающая низкотемпературную ТМО (НТМО) и последующий отжиг. Возможности регулирования функциональных свойств можно расширить, используя схемы ТМО, приводящие к формированию ультрамелкозернистой (нано- или субмикроструктурной структуры) в условиях интенсивной пластической деформации (ИПД). ИПД сплавов Ti-49.4 ат.% Ni, Ti-50.2 ат.% Ni и Ti-50.6 ат.% Ni проводили методом многопроходного равноканального углового прессования (РКУП) в интервале температур 400 – 500°C, приводящего к формированию субмикроструктурной структуры. Полученный уровень функциональных свойств оказался выше, чем после традиционной НТМО прокаткой с последующим полигонизирующим нагревом, и значительно выше, чем после закалки. Например, максимальная полностью обратимая деформация, величина которой после закалки сплава Ti-49.4 ат.% Ni составляла всего 2 %, а после НТМО и отжига 400 °С, 1 ч – 4%, в результате РКУП при 450 °С возросла до 6 %. Это является естественным следствием увеличения разности между «дислокационным» пределом текучести и критическим напряжением переориентации мартенсита. Так же соотносятся величины максимального реактивного напряжения.

Целью дополнительных комбинированных ТМО: РКУП в комбинациях с НТМО по разным режимам, а также отжигов непосредственно после РКУП, было оценить возможное направление изменения дополнительного термического или термомеханического воздействия для повышения того или иного функционального свойства. Любая из примененных термомеханических обработок, в том числе в комбинации с РКУП и отжигом, приводит к улучшению комплекса свойств сплава по сравнению с обычной закалкой - одновременному росту максимальной полностью обратимой деформации и максимального реактивного напряжения. Однако при этом не превышает комплекс свойств, полученный непосредственно после РКУП.

Из всех исследованных термомеханических обработок сплавов Ti-50.2 ат.% Ni и Ti-50.6 ат.% Ni в т.ч. комбинированных с РКУП и/или отжигом, наиболее высокий комплекс функциональных свойств получен непосредственно в результате РКУП при 450 °С за 8 проходов.