

## ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

### МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

Материалы с многоуровневой иерархически  
организованной структурой и интеллектуальные  
производственные технологии»

6–10 сентября 2021 г.

Томск, Россия

DOI: 10.17223/978-5-907442-03-0-2021-098

## ВЛИЯНИЕ НАНОПОРИСТОСТИ АМОРФНОЙ СТРУКТУРЫ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО Ti-Ni-Ta-Si СПЛАВА, СИНТЕЗИРОВАННОГО НА TiNi-ПОДЛОЖКЕ ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВЫМ МЕТОДОМ

<sup>1</sup>Дьяченко Ф.А., <sup>2</sup>Ротштейн В.П., <sup>1</sup>Семина В.О., <sup>3</sup>Яковлев Е.В.,

<sup>1</sup>Мейснер Л.Л., <sup>4</sup>Атовуллаева А.А.

<sup>1</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

<sup>2</sup>Томский государственный педагогический университет, Томск

<sup>3</sup>Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск

<sup>4</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск

Аддитивный тонкоплёночный электронно-пучковый (АТП-ЭП) способ синтеза поверхностных сплавов (ПС) микронной толщины является перспективным методом модификации поверхностных слоев металлических материалов не только с целью дополнительной функционализации поверхности, но и, например, для улучшения усталостных свойств. В исследовании [1] физико-механических свойств ПС на основе Ti-Ni-Ta-Si толщиной ~1 мкм, синтезированного на TiNi-подложке АТП-ЭП способом, была обнаружена высокая концентрация нанопор в аморфной структуре этого ПС. Важным вопросом, возникшим по итогам выполненных в [1] исследований, является вопрос – как влияет концентрация нанопор на прочностные и упруго-пластические характеристики ПС.

В докладе обсуждаются результаты исследований влияния на физико-механические свойства нанопористости аморфной структуры ПС[Ti-Ni-Ta-Si], синтезированного на TiNi-подложке АТП-ЭП способом, а также дополнительно обработанного импульсным низкоэнергетическим сильноточным электронным пучком (НСЭП) с вариацией режимов с целью снижения концентрации нанопор. Приводятся результаты анализа влияния режимов дополнительной НСЭП-обработки ПС[Ti-Ni-Ta-Si] на концентрацию и размеры нанопор, их распределение по глубине. Обсуждается влияние характеристик нанопористости ПС[Ti-Ni-Ta-Si] на его прочностные и упруго-пластические характеристики.

Описание и режим АТП-ЭП синтеза ПС[Ti-Ni-Ta-Si] приведены в [1]. В качестве дополнительных использовано 2 режима НСЭП-обработки с одинаковой продолжительностью импульса  $\tau \approx 2,5$  мкс: *режим I* – с плотностью энергии  $E_s = 1,7$  Дж/см<sup>2</sup>, и числом импульсов  $n = 10$ ; *режим II* (2-х ступенчатый): 1-я ступень – ( $E_s = 1,7$  Дж/см<sup>2</sup>,  $n = 10$ ), 2-я ступень – ( $E_s = 1,4$  Дж/см<sup>2</sup>,  $n = 5$ ). Физико-механические свойства ПС исследованы с использованием метода инструментального индентирования, описанного в [1, 2].

Установлено, что дополнительные НСЭП-обработки эффективно снижают концентрацию нанопор, а также влияют на их размеры и характер распределения в объеме ПС. В свою очередь, снижение концентрации нанопор в объеме ПС[Ti-Ni-Ta-Si] слабо повлияло на прочностные и более заметно – на упруго-пластические характеристики этого ПС.

*Авторы благодарят д.ф.-м.н., с.н.с. ЛФПЯ ИФПМ СО РАН Шугурова А.Р – за помощь в проведении механических испытаний методом инструментального индентирования.*

*Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 20-33-90034.*

1. Механические свойства поверхностных Ti-Ni-Ta и Ti-Ni-Ta-Si сплавов, синтезированных на подложках из никелида титана / Ф.А. Дьяченко, Л.Л. Мейснер, А.Р. Шугуров и др. // Журнал технической физики, 2021. – Т. 91. – №. 1. – С. 51–57, <http://dx.doi.org/10.21883/JTF.2021.01.50272.176-20>.

2. Дьяченко Ф.А., Мейснер С.Н., Яковлев Е.В. Влияние плотности энергии электронного пучка на изменение физико-механических свойств поверхностного слоя никелида титана // Перспективы развития фундаментальных наук: сборник трудов XVI Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Томск: Изд-во ТПУ. 2019. С. 136–138.