

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
9 - 13 октября 2017 года
Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Томск – 2017

диаметра. Наноструктуры оксигидроксида алюминия были практически не токсичны для нормальных клеток, а для опухолевых, наоборот, количество жизнеспособных клеток снижается на 60% для культур Neuro-2a и J 774. Комбинации оксигидроксида алюминия с оксидом магния оказали небольшое токсическое действие на диплоидную культуру нормальных клеток ДК – 4, количество жизнеспособных клеток составляет примерно 75%.

При исследовании клеток после культивирования с наночастицами в концентрации 1 мг/мл отдельные гранулы и скопление наночастиц были обнаружены в различных частях цитоплазмы, в основном у поверхности плазматической мембраны клетки и во внутриклеточных вакуолях. Патологическое состояние клеток характеризовалось появлением множества вакуолизированных клеток, нарушением целостности мембраны. Ядра клеток были увеличены, но не содержали наночастиц. Наблюдались многочисленные вакуоли в цитоплазме клеток.

Приведенные данные позволяют сделать вывод, что в концентрации 1 мг/мл наночастицы оксида магния и наноструктурный оксигидроксид алюминия более токсичны для опухолевых клеток, чем комбинации этих наноструктур в той же концентрации. Сравнительный анализ показал, что опухолевые клетки Neuro-2a и J 774 более подвержены влиянию низкоразмерных структур оксида алюминия, чем клетки ДК-4. Показано, что применение наноструктур на основе оксигидроксида алюминия является перспективным способом воздействия на межклеточную среду для подавления пролиферации опухолевых клеток. Тот факт, что синтезированные наноструктуры проникают внутрь клеток, может быть использован для разработки иерархических систем «host-guest» на основе синтезированных наноструктур.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВЫХ И ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ ОБРАБОТОК НА СТРУКТУРУ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЁВ НИКЕЛИДА ТИТАНА

¹Мейснер С.Н., ²Яковлев Е.В., ^{1,3}Дьяченко Ф.А., ^{1,3}Мейснер Л.Л.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,*

²*Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск, Россия,*

³*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия,
frozennonetroll@mail.ru*

Поверхностные свойства сплавов на основе никелида титана (TiNi) оказывают влияние на их объёмные свойства. Эффективным способом улучшения поверхностных свойств этих сплавов является обработка их поверхности низкоэнергетическим (10-30 кэВ) сильноточным (10-25 кА) электронным пучком (НСЭП). Однако данный вид обработки не всегда положительно влияет на интегральные механические свойства сплава. Это

4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

связано, в частности, с тем, что модифицированные микронные поверхностные слои сплавов TiNi на мезомасштабном уровне являются концентраторами упругих напряжений. Литературные сведения о физико-механических свойствах и их связи со структурой модифицированных поверхностных слоёв TiNi крайне ограничены. Наличие поверхностных слоёв на поверхности сплава TiNi, легированных танталом позволяют повысить рентгеноконтрастность медицинских изделий из этого сплава, что актуально для области эндохирургии (например, при операциях на сосудах малого диаметра). Однако данные о физико-механических свойствах таких поверхностных слоёв в литературе отсутствуют.

Целью данной работы было исследовать влияние электронно-пучковых и ионно-плазменных обработок на физико-механические свойства поверхностных слоёв никелида титана и определение взаимной связи этих свойств со структурой модифицированного слоя сплава TiNi.

Образцы для исследования размерами $10 \times 10 \times 1$ мм были приготовлены методом электроэрозионной резки из пластины, изготовленной из коммерческого сплава марки TH1 на основе TiNi (МАТЕК-СПФ, Россия). Сплав выплавлен методом индукционной плавки в вакуумно-индукционной печи с графитовым тиглем (vacuum induction melting – VIM). Химический состав сплава: Ti-50.08 Ni-0.051 C-0.03 O-0.002 N (вес.%). Температура превращения $B19' \rightarrow B2$ $A_n = 303$ К. Перед облучением была произведена химическая очистка поверхности, а затем электролитическая полировка. Облучение НСЭП и осаждение Ti-Ta покрытия проводилось на установке «РИТМ-СП» (ООО «Микросплав», Россия). Плотность энергии электронного пучка составляла $E_s = 3,4 \pm 0,7$ Дж/см²; длительность импульса $\tau = 2-2,5$ мкс, число импульсов $n = 32$. После НСЭП-обработки на поверхность образцов было нанесено Ti-Ta покрытие (1 мкм).

Исследование методом динамического наноиндентирования показало, что образовавшиеся новые структурно фазовые состояния после обработок привели к тому, что физико-механические поверхностные свойства были изменены по сравнению с их исходными значениями. Установлено, что после НСЭП-обработки поверхностный слой TiNi на глубине менее ~ 500 нм имел следующие характеристики: параметр твёрдости $H_\mu = 5000$ МПа, модуль упругости $E = 50$ ГПа, степень восстановления отпечатка $\eta = 55$ % и параметр пластичности $\delta_n = 0,2$. На глубине более 500 нм физико-механические свойства сплава соответствуют исходным.

Последующее осаждение Ti-Ta покрытия (1 мкм) на поверхности сплава привело к изменению физико-механических свойств. Зависимости H_μ , E , η , δ_n от максимальной глубины проникновения индентора $h_{\max}$ демонстрируют наличие трёх квазилинейных стадий, в каждой из которых наклоны этих кривых остаются неизменными. Наличие стадийности на

кривых H_u , E , η , δ_H от $h_{\max}$ строго коррелирует с многослойной структурой модифицированных слоёв и покрытий, осаждённых на них.

В результате исследований установлено, что после обработки образцов сплава TiNi низкоэнергетическим сильноточным электронным пучком и последующего осаждения Ti-Ta покрытия в поверхностном слое формируется иерархически организованная многослойная структура, приводящая к изменению физико-механических свойств материала на глубину более 4000 нм.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант РНФ №15-13-00023 от 18.05.2015).

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ХЛАДОСТОЙКОСТИ СТАЛИ 10Г2ФБЮ ПРИ ВАРИАЦИИ РЕЖИМОВ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Деревягина Л.С., Гордиенко А.И., Почивалов Ю.И.

*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Россия,
lsd@ispms.tsc.ru*

Традиционно для повышения механических свойств и хладостойкости трубных сталей используются разные схемы термомеханических обработок. Значительное число работ посвящено изучению закономерностей преобразования структуры и свойств сталей в ходе контролируемой прокатки. Мало изучены особенности структурообразования в сталях в условиях поперечно-винтовой прокатки, используемой при получении бесшовных труб. Такие исследования представляют несомненный научный и практический интерес, поскольку при поперечно-винтовой прокатке в очаге деформации прутка реализуется сложная схема деформирования близкая к всестороннему неравномерному сжатию. Известно, что реализация неравномерного одноименного объемно-напряженного состояния способствует проявлению максимальной пластичности, и, следовательно, хорошей проработке структуры заготовки.

Целью настоящей работы является исследование влияния поперечно-винтовой прокатки низкоуглеродистой стали 10Г2ФБЮ на формирование структуры, определяющей ее механические свойства и параметры процесса разрушения при отрицательных температурах.

Поперечно-винтовую прокатку (ПВП) проводили на трехвалковом министане по двум режимам: режим I – прокатка в γ -области от температуры 1000°C; режим II – прокатка в γ -области от температуры 920°C с завершением прокатки вблизи точки Ar3. Деформационное охлаждение осуществляли на воздухе.

Для микроструктурных исследований использовали световой микроскоп марки Zeiss Axiovert 25, растровый электронный микроскоп