

## ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

УДК 538.971

DOI: 10.17223/00213411/62/10/34

Е.С. МАРЧЕНКО<sup>1</sup>, Ю.Ф. ЯСЕНЧУК<sup>1</sup>, С.В. ГЮНТЕР<sup>1</sup>, Г.А. БАЙГОНАКОВА<sup>1</sup>,  
О.В. КОКОРЕВ<sup>1</sup>, А.А. ШИШЕЛОВА<sup>2</sup>, О.А. ФАТЮШИНА<sup>3</sup>

## СТРУКТУРА И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ПОКРЫТИЯ, СИНТЕЗИРОВАННОГО ИЗ ЛАМИНАТА Ti–Ni–Ti НА ПОДЛОЖКЕ TiNi \*

Методом реакционного синтеза с применением магнетронного напыления трехслойного ламината Ti–Ni–Ti создано градиентное покрытие на подложке из никелида титана. Синтезированное покрытие предназначено для изучения закономерностей формирования структуры и фазового состава покрытий, которые можно создавать путем самораспространяющегося реакционного синтеза для улучшения коррозионной стойкости имплантатов из никелида титана. Проведенная сравнительная оценка образцов с покрытием и без него показала, что присутствующие в покрытии нанокристаллические слои оксикарбонитридов титана эффективно повышают его цитосовместимость.

**Ключевые слова:** никелид титана, градиентное кристаллическое покрытие, ламинат, синтез, структура, диффузия.

## Введение

Сплавы на основе никелида титана широко используются в качестве биоматериалов во многих областях медицины благодаря свойствам памяти формы, сверхэластичности и хорошей биосовместимости [1–3]. Пористые сплавы TiNi, полученные методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), обладают высокой коррозионной стойкостью [4, 5]. В процессе СВС в проточной атмосфере аргона и азота на поверхности пористого никелида титана возникают тонкие и плотные градиентные слои интерметаллических карбидов и нитридов, которые повышают коррозионную стойкость сплава не препятствуя реализации эффектов сверхэластичности и памяти формы [6, 7]. Однако исследование механизмов коррозионной стойкости, фазового и элементного состава поверхности сильно затруднено из-за сложности рельефа пористых сплавов и плохого доступа к поверхности. Удобнее исследовать закономерности формирования фаз в поверхностных слоях и коррозионную стойкость поверхности, используя плоскую подложку никелида титана. Для этого необходимо создать модельное покрытие методом СВС. Такие методики известны и применяются в технике.

Синтез интерметаллических покрытий с применением предварительного мультислойного плазменного напыления реакционных компонентов широко применяют в качестве надежной защиты изделий от термического и коррозионного воздействия [8–13].

За текущее десятилетие эту методику наиболее активно развивали в микроэлектронике при пайке и сварке чувствительных к температуре компонентов, где она получила название реактивные многослойные системы (Reactive Multilayer Systems (RMS)). Преимуществом RMS является локальное выделение тепла благодаря режиму самораспространения локальной реакционной зоны, который позволяет понизить нагрев соединяемых пластин. RMS осуществляют в пакете чередующихся наноразмерных слоев из экзотермически реагирующих материалов, генерируя самораспространяющийся фронт реакции при комнатной температуре [8–10]. Реакцию синтеза инициируют внешним источником энергии, например, электрической искрой. После этого процесс синтеза распространяется вдоль напыленных слоев за счет выделения тепла экзотермической реакции и теплопроводности слоев.

Методика RMS имеет особенности. При напылении благодаря взаимной диффузии чередующихся компонентов на межфазных границах образуется смешанный слой, снижающий экзотермичность реакции и повышающий энергию активации реакции синтеза.

В результате многочисленных исследований разработан ряд моделей, в которых исследуют зависящие от температуры эффекты теплопроводности и плавление многослойных материалов [11–13].

\* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19-72-10105).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>