

УДК 669.245+669.017.3+539.23

МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ TiNi СПЛАВОВ

Д.А. Багрец

«Институт технической акустики НАН Беларуси»

Никелид титана и его сплавы хорошо известны и широко изучены как представители класса материалов с мартенситными термоупругими превращениями, проявляющие эффекты памяти формы (ЭПФ) и сверхэластичности (СЭ). Кроме того, сплавы на основе TiNi характеризуются высокой демпфирующей способностью, высокотехнологичны при изготовлении различных полуфабрикатов, а также отличаются коррозионной стойкостью и биосовместимостью.

Однако существуют некоторые ограничения для их практического использования, в частности, в медицине, связанные, во-первых, с присутствием канцерогенного никеля, ионы которого могут диффундировать в биологическую среду, оказывая вредное токсическое воздействие, во-вторых, со спецификой механизма проявления ЭПФ, когда при зарождении и развитии мартенситных пластин разрушается тонкий (порядка 5..10 нм) оксидный слой на поверхности изделия из никелида титана, снижая тем самым коррозионную стойкость.

Эти особенности диктуют необходимость формирования на поверхности TiNi сплавов барьерных слоев и защитных покрытий, которые бы препятствовали выходу ионов никеля, были коррозионностойкими, но в то же время не подавляли эффекты памяти формы и сверхэластичности.

Анализ существующих технологий и методов модифицирования поверхности TiNi сплавов позволил определить наиболее перспективные и эффективные для решения задачи повышения эксплуатационных свойств никелида титана.

Плазменное электролитическое оксидирование (ПЭО)

Метод ПЭО основан на анодной или переменного-токовой поляризации обрабатываемого материала при высоких напряжениях, вызывающих протекание плазменных микроразрядов на поверхности электрода. В результате местного высокоэнергетического воздействия на поверхности изделий формируются слои, включающие в свой состав как элементы матрицы, так и элементы электролита. Последующей обработкой, созданной методом ПЭО поверхностной структуры TiNi сплава, – заполнением пор биоактивным и/или биоинертным композитом – можно сформировать защитное покрытие, обладающее высокой эластичностью, коррозионной стойкостью и биосовместимостью.

Облучение низкоэнергетическим сильнофокусированным электронным пучком (метод НСЭП)

При облучении НСЭП материала с ЭПФ на основе нитинола происходит импульсное плавление поверхностного слоя. За время существования жидкой фазы этот слой насыщается примесями кислорода и углерода, поступающими в расплав из остаточной атмосферы вакуумной камеры. По окончании импульса в процессе высокоскоростной кристаллизации формируется мелкозернистая структура матричной фазы, содержащая мелкодисперсные частицы оксидов и карбидов. Таким образом, создается модифицированный слой (толщиной 1000..2500 нм), обедненный никелем, обладающий высокой адгезией с основой и хорошими антикоррозионными свойствами.

Вакуумные ионно-плазменные (ВИП) технологии

В настоящее время методы ВИП технологий занимают центральное место в области нанесения защитных покрытий и модификации поверхностных слоев

сплавов с ЭПФ на основе TiNi. Они позволяют получать тонкие пленки с хорошей адгезией, чистотой и качеством поверхности, а также точно регулировать химический состав поверхностного слоя, что особенно актуально для сплавов TiNi. Особое внимание уделяется методу высокодозовой ионной имплантации (ВДИИ).

Воздействие на поверхность сплава TiNi направленными потоками металлических ионов вызывает изменение концентрации основных компонентов материала – Ti и Ni, а также насыщение внешнего слоя элементами внедрения – O и C.

При выборе сорта имплантируемых ионов к ним предъявляются следующие требования: низкая растворимость в биологических средах, устойчивость к окислению, отсутствие вторичных фаз при замещении атомов матрицы – Ti и Ni. Этим требованиям удовлетворяют, например, ионы Mo, Zr, Pd или Ta.

Модификация ионным пучком поверхности и поверхностных слоев образцов и изделий из сплавов никелида титана может значительно улучшить их коррозионные свойства, а также на порядок снизить концентрацию никеля, выходящего на поверхность, при взаимодействии этих материалов с химическими растворами – имитаторами биологических сред.

Работа выполнена под руководством д.т.н. Рубаника В.В.

УДК 537.226.4

ПЕРЕПОЛЯРИЗАЦИЯ В ПЕРЕМЕННОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ В КРИСТАЛЛАХ ГЕРМАНАТА СВИНЦА

А.И. Кротикова, А.В. Мясоедов

УО «Витебский государственный технологический университет»

В работе определяются электрические параметры сегнетоэлектрического кристалла с помощью петли диэлектрического гистерезиса.

Сегнетоэлектриками называется класс диэлектрических кристаллических веществ, у которых при некоторой, определенной для каждого вещества температуре, называемой температурой Кюри, происходит самопроизвольная спонтанная электрическая поляризация, сохраняющаяся и при более низких температурах. Возникновение спонтанной поляризации связано со структурным фазовым переходом вещества при температуре Кюри, при котором понижается симметрия кристаллической решетки.

Сегнетоэлектрики являются подклассом более широкого класса веществ, которые называются пирозлектриками. Пирозлектрические кристаллы обладают спонтанной поляризацией во всем температурном интервале существования кристаллической фазы вплоть до температуры плавления. Каждая элементарная ячейка пирозлектрического кристалла имеет электрический дипольный момент μ_{cn} , а поляризация

$$P_{cn} = N\mu_{cn},$$

где N – число ячеек в единице объема. Величина μ_{cn} определяется характерным несимметричным расположением ионов в элементарной ячейке кристалла, в результате чего «центры тяжести» положительных и отрицательных зарядов не совпадают:

$$\mu_{cn} = \sum_i e_i r_i,$$