

природу таких изменений. Для этого в рамках настоящей работы были подготовлены экспериментальные образцы композитов на основе матриц представителей полибензимидазолов и ароматических полиамидов – поли-2,2'-*n*-оксидифенилен-5,5'-добензимидазолксида (ОПБИ) и поли-*m*-фенилен-изофталамида (МПА) соответственно – с одностенными и многостенными углеродными нанотрубками (ОУНТ и МУНТ). Структурные формулы полимеров приведены

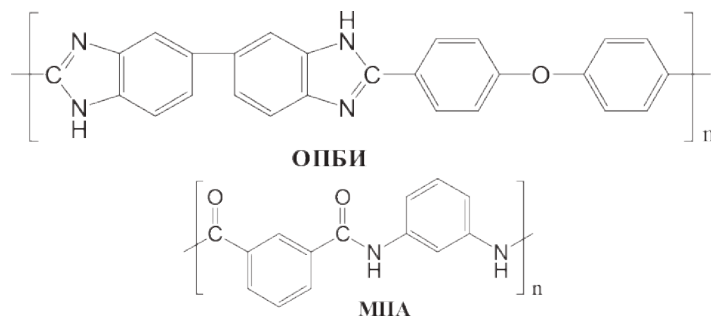


Рис. 1. Структурные формулы полимеров полибензимидазола (ОПБИ, поли-2,2'-*n*-оксидифенилен-5,5'-добензимидазол) и ароматического полиамида (МПА, поли-*m*-фенилен-изофталамид)

Список литературы

1. Kuznetsov V.A., Fedorov A.A., Kholkhoev B.Ch., Tkachev E.N., Buinov A.S., Burdukovskii V.F. // *Russian Journal of Inorganic Chemistry*. – 2023. – Vol. 68. – P. 221–226.
2. Kuznetsov V.A., Fedorov A.A., Kholkhoev B.Ch., Gerasimov E.Yu., Burdukovskii V.F. // *Journal of Structural Chemistry*. – 2023. – Vol. 64. – P. 1212–1219.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННЫХ СВОЙСТВ СПЛАВА НИКЕЛИДА ТИТАНА МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ И ЕГО МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОБРАЗЦОВ ДО И ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ

Е. М. Банина¹, А. В. Еркович¹, В. О. Семин²

Научный руководитель – к.х.н., доцент О. И. Липских

¹Национальный Исследовательский Томский Политехнический университет

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, 30

Значительный интерес у исследователей вызывает соединение титана с никелем (никелид титана или нитинол), который обладает высокой пластичностью, прочностью, устойчивостью к коррозии и уникальным свойством «эффекта памяти формы». При воздействии внешнего напряжения и изменении температуры, нитинол способен накапливать деформацию до 15 %, которая может быть обращена при нагреве или снятии напряжения [1].

Однако, выход ионов никеля из сплава может оказывать токсическое действие на организм, поэтому актуальной остается проблема модификации поверхности для улучшения его коррозионной стойкости.

Целью настоящей работы является исследование коррозионных свойств сплава никелида титана и его модифицированных образцов до и после электрохимической коррозии.

Образцы, используемые в работе, были изготовлены из сплава на основе никелида ти-

тана (далее – TiNi) медицинского назначения. Прецизионный сплав состава $Ti_{49,5}Ni_{50,5}$ (ат. %) был выплавлен из чистого иодидного титана ($\leq 99,99$ вес. % Ti) и никеля ($\leq 99,99$ вес. % Ni).

Электронно-пучковую обработку поверхности осуществляли в Институте сильноточной электроники СО РАН. Образцы TiNi с четырех сторон обрабатывали низкоэнергетическим сильноточным электронным пучком в режиме поверхностного плавления (далее – TiNi^e).

Высокодозная ионная имплантация была проведена на вакуумно-дуговом ионном источнике «Диана-2» (Институт физики прочности и материаловедения СО РАН). В качестве катода был выбран химически чистый цирконий ($\leq 99,99$ вес. % Zr), ионы которого были внедрены в поверхностные слои мишени (далее – TiNi^{Zr}) [2].

Электрохимическую коррозию образцов проводили в модельном растворе слюны (Na_2HPO_4 , NaCl, KSCN, KH_2PO_4 , $NaHCO_3$, KCl), который доводили до pH 4,5 с помощью 1 M HCl. Электрохимическую коррозию проводили при следующих параметрах: $E = 0,3$ В, что соответствует потенциалу окисления никеля, и времени коррозии 900 с.

Для исследования устойчивости к коррозии образцов использовался метод спектроскопии электрохимического импеданса. Были проведе-

ны измерения, результаты которых представлены в таблице 1, где R_1 и R_2 представляют собой сопротивления переноса заряда, возникающие при выходе заряженных частиц с поверхности материала в раствор. Сопротивление R_1 означает перенос заряда с поверхности образца в объем электролита, в то время как R_2 указывает на переход заряда через оксидную пленку.

Как видно из таблицы, до коррозии ни один из образцов не обладает сопротивлением переноса заряда, что означает отсутствие процесса окисления ионов никеля. Однако после электрохимической коррозии все образцы оказываются подвержены окислению. Так, у образца TiNi возникают сопротивления переноса заряда R_1 и R_2 , причем значение R_1 примерно в 3 раза меньше R_2 . У образца TiNi^{Zr} также возникают сопротивления переноса R_1 и R_2 , можно заметить, что их значения превышают те же показатели немодифицированного образца. При этом для образца TiNi^e сопротивление R_1 выше, чем у образцов TiNi и TiNi^{Zr}, а также отсутствует сопротивление R_2 . Это означает, что TiNi^e в наименьшей степени подвержен окислению в процессе коррозии.

Из полученных данных можно сделать вывод, что наиболее эффективным методом модифицирования поверхности никелида титана является метод электронно-пучковой обработки поверхности.

Таблица 1. Результаты измерений до и после электрохимической коррозии образцов при pH 4,5

До коррозии			После коррозии		
Материал	Исследуемые параметры		Материал	Исследуемые параметры	
	R ₁ , Ом	R ₂ , Ом		R ₁ , Ом	R ₂ , Ом
TiNi	—	—	TiNi	349,5	1415
TiNi ^{Zr}	—	—	TiNi ^{Zr}	6,6•10 ⁴	2279
TiNi ^e	—	—	TiNi ^e	1,2•10 ⁵	—

Список литературы

1. Гаин Ю.М., Герасименко М.А., Денисенко В.Л., Шахрай С.В., Богдан В.Г., Гаин М.Ю., Рубаник В.В., Рубаник В.В. мл., Легкоступов С.А. // *Медицинский журнал.* – 2016. – № 1. – С. 43–49.
2. Мейснер Л.Л., Гирякова Ю.Л., Лотков А.И., Литовченко Н.А. // *Физическая мезомеханика.* – 2004. – Т. 7. – Спец. выпуск. – Ч. 1. – С. 272–274.