

СТРУКТУРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ МЕТОДОМ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ

Осипенко¹ М. А., Харитонов² Д. С., Касач¹ А. А., Курило¹ И. И.

¹Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, РБ

²Jerzy Haber Institute of Catalysis and Surface Chemistry, Polish Academy of Sciences, Krakow, Poland

Биоразлагаемые сплавы магния благодаря своей биосовместимости и хорошей механической прочности обладают большим потенциалом для использования в медицине в качестве материалов для производства имплантов. Импланты на основе магниевых сплавов растворяются в организме человека после выполнения их основных функций, таких, как механическая поддержка, скаффолдинг (наращивание ткани из клеток на специальной матрице) и др. Однако высокая скорость коррозии сплавов магния, зачастую превышающая скорость ремоделирования костной ткани, ограничивает их использование. Это обуславливает поиск эффективных способов повышения антикоррозионных характеристик сплавов магния, не приводящих к уменьшению их биосовместимости [1].

В настоящее время для повышения коррозионной устойчивости сплавов магния используют микродуговое оксидирование (МДО). Это позволяет формировать на поверхности сплава относительно коррозионно-устойчивую в биологических средах пористую структуру, преимущественно состоящую из оксидов и гидроксидов магния, а также соединений, входящих в состав электролита МДО [2]. В свою очередь, изменяя параметры процесса МДО, можно также улучшить физико-механические свойства магниевых сплавов в зависимости от требований, предъявляемым к материалам медицинского назначения.

Целью исследования было изучение влияния параметров процесса МДО сплава магния AZ91 в силикатном электролите на его коррозионные характеристики.

Для проведения процесса МДО использовали электролит следующего состава: 5 г/л KF + 18 мл/л Na₂SiO₃ (соотношение SiO₂/Na₂O = 2.4 – 2.6; SiO₂ + Na₂O минимум 39,0%). Параметры процесса МДО:

1. Импульс 1 А/500 мсек., 20 циклов импульс 0.4 А/10 сек. с паузой 5 сек. (образец 1);
2. Импульс 1 А/500 мсек., 20 циклов импульс 1 А/500 сек. + импульс 0.5 А/10 сек. с паузой 5 сек. (образец 2);
3. Импульс 2 А/2.5 мсек., 4 циклов импульс 2.5 А/500 мсек. + импульс 0.5 А/10 сек. с паузой 5 сек. (образец 3).

Оценку коррозионной стойкости полученных покрытий проводили в 0.05 М растворе NaCl с использованием потенциостата/гальваностата PGSTAT 302N (Methrom Autolab). В исследованиях в качестве электрода сравнения использовали насыщенный хлоридсеребряный электрод, а в качестве вспомогательного электрода – платиновую сетку. Потенциодинамические поляризационные кривые снимали в диапазоне потенциалов от – 300 до +700 мВ от стационарного потенциала скорость развертки потенциала составляла 1 мВ/с.

Защитный эффект рассчитывали по данным электрохимических исследований по формуле:

$$IE, \% = \frac{i_{corr}^0 - i_{corr}}{i_{corr}^0} \quad (1)$$

На рисунке 1 представлены образцы сплава магния AZ91, полученные при различных параметрах МДО.



Рисунок 1 – Образцы сплава магния AZ91 после МДО

На рисунке 2 представлены потенциодинамические поляризационные кривые исследуемых образцов в 0.05 М растворе NaCl. Электрохимические параметры коррозии, рассчитанные на основе экспериментальных данных, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Электрохимические параметры, полученные из анализа потенциодинамических поляризационных кривых сплава магния AZ91 в 0.05 М NaCl

	$ ba $, мВ/dec	$ bc $, мВ/dec	i_{corr} , А·см ²	E_{corr} , В	IE , %
AZ91	18.94	78.99	$2.15 \cdot 10^{-6}$	-1.392	–
Образец 1	101.06	107.15	$1.84 \cdot 10^{-7}$	-1.418	91.44
Образец 2	115.41	67.44	$8.68 \cdot 10^{-8}$	-1.417	95.96
Образец 3	63.16	46.99	$4.14 \cdot 10^{-8}$	-1.443	98.07

Анализ полученных результатов показал, что оксидирование сплава магния приводит к смещению потенциала коррозии в электроотрицательную область примерно на 0.1 В, что свидетельствует о повышении коррозионной устойчивости по сравнению с необработанным образцом. Максимальным значением плотности тока коррозии ($i_{\text{корр}} = 2.15 \cdot 10^{-6} \text{ А/см}^2$) характеризуется неоксидированный сплав. МДО приводит к снижению значений $i_{\text{корр}}$ образцов, что свидетельствует о повышении защитного эффекта полученных покрытий. В свою очередь, наименьшим значением плотности тока коррозии, а, следовательно, наилучшей коррозионной устойчивостью характеризуется образец 3 ($i_{\text{корр}} = 4.14 \cdot 10^{-8} \text{ А/см}^2$). Это позволяет сделать вывод, что повышение величины тока оксидирования, более эффективно, чем увеличение числа импульсов тока.

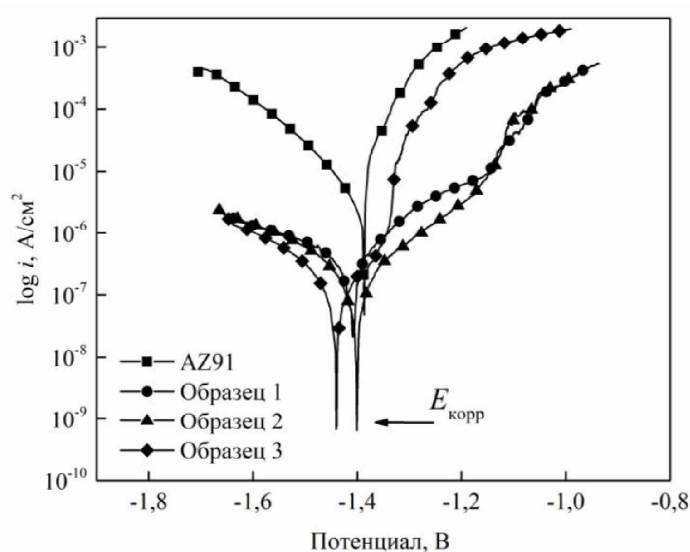


Рисунок 2 – Потенциодинамические поляризационные кривые образцов сплава магния AZ91 в 0.05 М растворе NaCl

Рассчитанный по формуле 1 защитный эффект был максимальным для образца 3 и составил 98.07 %.

Таким образом, установлено, МДО сплавов магния AZ91 позволяет увеличить защитный эффект покрытий до ≈ 98 %; при этом увеличение значений тока МДО вносит больший вклад в повышение коррозионной устойчивости оксидированных образцов по сравнению с увеличением числа импульсов тока.

Список использованных источников

1. R. Radha. Insight of magnesium alloys and composites for orthopedic implant applications / R. Radha, D. Sreekanth // J. Magnes. Alloy. – 2017. – Vol. 5. – No. 3. – P. 286–312.

2. A. G. Rakoch. Plasma electrolytic oxidation of AZ31 and AZ91 magnesium alloys: Comparison of coatings formation mechanism / A. G. Rakoch // J. Magnes. Alloy. – 2020. – Vol. 8. – No. 3. – P. 587–600.

Научный руководитель: Курило И. И. кандидат химических наук, доцент

УДК 677.494.674

ВЛИЯНИЕ ОКСИФТОРИРОВАНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛЬ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА

Переверзева Т. А., Черноусова Н. В.

Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва

Нетканые иглопробивные полотна имеют широкий спектр использования [1, 2]. Один из возможных вариантов – создание композиционных материалов на их основе путем пропитывания. Однако, эффективность пропитывания напрямую зависит от смачиваемости синтетических волокон, которые, как известно, обладают достаточно низкой химической активностью и адгезионными свойствами волокнообразующего полимера. Таким образом, вопрос направленного изменения потребительских характеристик синтетических волокнистых полотен различной химической природы остается пока нерешенным.

Из литературных данных известно, что адгезионная способность, химическая стойкость, поверхностная энергия, гидрофобность, гидрофильность, и многие другие свойства полимерных материалов определяются поверхностным слоем толщиной от 10 нанометров до нескольких микрометров.

Одним из простых и экономичных подходов к приданию синтетическим волокнистым материалам улучшенных и новых потребительских свойств является поверхностная модификация волокон волокнистых материалов. Перспективным методом поверхностной модификации синтетических волокон является метод прямого газового фторирования, который, в том числе, позволяет регулировать и смачиваемость синтетических волокон. Прямое газовое фторирование смесью фтора, кислорода и гелия позволяет модифицировать изделия любой формы при относительно небольших температурах, при низком вакууме в менее агрессивной среде, в сравнении, например, с радиацией [3].

Воздухопроницаемость нетканых полотен имеет важное практическое значение для оценки их способности к фильтрации воздуха, паропроницаемости, тепло- и звукоизоляционных свойств полотен. Показатель воздухопроницаемости позволяет просто и надежно оценить