

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ ХИТОЗАНОВЫХ ПОКРЫТИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПЛАСТИФИКАТОРОМ

За последнее десятилетие произошел большой скачок развития в области биоинженерии. Металлы и сплавы, такие как нержавеющая сталь, сплавы титана и кобальта широко используются в клинической практике в качестве материалов для изготовления ортопедических имплантатов. Однако магний имеет некоторые преимущества по сравнению с рядом металлов, представленных ранее. Благодаря своей легкости ($\rho=1,738 \text{ г/см}^3$) и биологическим свойствам он привлек огромное внимание исследователей. При использовании имплантатов на основе магниевых сплавов не требуется повторная операция для их извлечения из тела человека. Магний полностью растворяется в человеческом организме под действием физиологической жидкости. Тем не менее, скорость коррозии магния остается главной проблемой.

Существует множество различных методов, позволяющих снизить скорость коррозии. К таким методам относятся нанесение покрытий, плазменно-электролитическое оксидирование, легирование и т.д. Осаждение покрытий на основе биополимеров придает магниевым имплантатам, помимо защитных, биоцидные и антибактериальные свойства. Перспективным биополимером является хитозан. Хитозан – это природный полимер, который обладает такими свойствами, как биосовместимость, биоразлагаемость, остеокондуктивность и антибактериальность.

Цель работы заключалась в установлении влияния пластифицирующей добавки глицерина в составе электролита для электрохимического осаждения хитозана на защитные свойства формируемых покрытий.

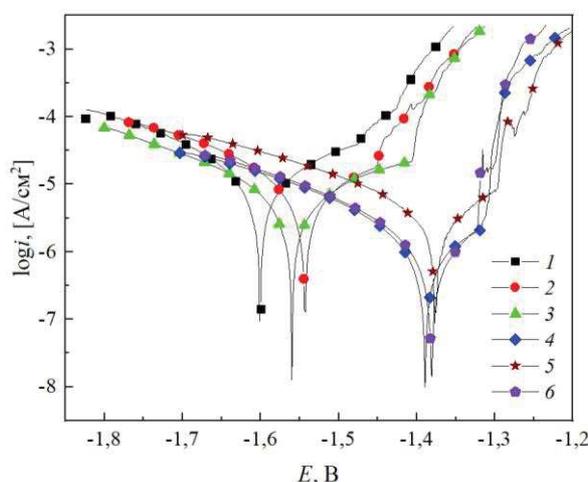
Объектом исследования являлся сплав магния AZ91, легированный добавками алюминия, цинка и марганца. Предварительная подготовка включала следующие этапы: механическая обработка, обезжиривание. Образцы исследуемого сплава обладали размерами $2 \times 2 \times 0,5 \text{ см}^3$. Заготовки подвергались шлифовке и полированию наждачной бумагой (P400-P2000). Обезжиривание проводилось в этаноле. Электролит для электрохимического осаждения хитозана имел следующий состав, г/дм³: хитозан – 10; уксусная кислота – 0,3; этанол – 474. Концентрация глицерина в электролите варьировалась от 1 до 9 мас.%.

Время электролиза составляло 240 с при плотности тока 1 А/дм².

Исследования коррозионной стойкости образцов проводили в модельной физиологической среде методами линейной вольтамперометрии и электрохимической импедансной спектроскопии с помощью потенциостата/гальваностата AUTOLAB PGSTAT302.

Глицерин в составе покрытия выступал в качестве пластификатора, который позволяет улучшить такие механические свойства покрытий, как пластичность и эластичность, а также уменьшение напряженности биополимерной пленки.

На рисунках 1 представлены поляризационные кривые образцов с нанесенным хитозаном низкой молекулярной массы, в электролите, содержащем глицерин. В таблице 1 представлены электрохимические параметры коррозии образцов.



Содержание глицерина в растворе, мас. %: 2 – 1; 3 – 3; 4 – 6; 5 – 9.

Рисунок 1 – Поляризационные кривые образцов после нанесения низкомолекулярного хитозана с добавкой глицерина

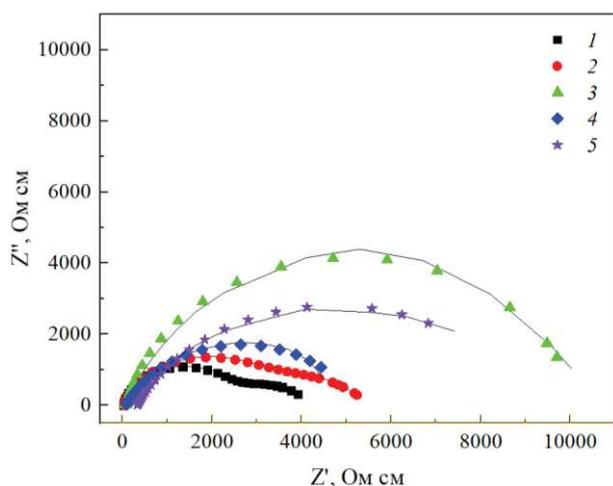
Таблица 1 – Электрохимические параметры коррозии образцов в растворе Хэнка

Содержание глицерина в электролите, мас. %	$a_a, \text{В}$	$b_a, \text{В}$	$a_k, \text{В}$	$b_k, \text{В}$	$i_{\text{кор}}, \text{А/см}^2$	$E, \text{В}$	$Z, \%$
0	-0,676	0,164	-2,66	-0,225	$7,95 \cdot 10^{-6}$	-1,51	39
1	-0,033	0,3	-2,85	-0,25	$7,74 \cdot 10^{-6}$	-1,56	41
3	-0,743	0,108	-2,49	-0,21	$2,7 \cdot 10^{-6}$	-1,37	79
6	-0,891	0,082	-2,76	-0,258	$3,2 \cdot 10^{-6}$	-1,34	76
9	-0,225	0,197	-2,83	-0,27	$2,05 \cdot 10^{-6}$	-1,31	84

Результаты линейной вольтамперометрии показали, что с увеличением содержания глицерина в составе электролита, происходит повышение коррозионной стойкости покрытий. Скорость коррозии

покрытия, содержащего 9 мас.% глицерина в составе электролита, снижается практически в 3,88 раза по сравнению с покрытиями, не содержащими глицерина.

На рисунке 2 представлены спектры импеданса в виде диаграммы Найквиста образцов с нанесенным хитозаном низкой молекулярной массы, в электролите, содержащем глицерин. В таблице 2 представлены параметры подбора эквивалентной схемы.



Содержание глицерина в растворе, мас. %: 2 – 1; 3 – 3; 4 – 6; 5 – 9.

Рисунок 2 – Спектры импедансов в виде диаграммы Найквиста образцов после нанесения низкомолекулярного хитозана с добавкой глицерина

Таблица 2 – Параметры подбора эквивалентной схемы

Содержание глицерина в электролите, мас. %	R_1 , Ом см ²	R_2 , Ом см ²	R_3 , Ом см ²	R_p , Ом см ²
0	20,05	2551	1598	4149
1	32,2	3210	2257	5467
3	55,27	8367	1467	9834
6	65,39	218	4721	4939
9	323	8660	92	8752

Анализ данных электрохимической импедансной спектроскопии показал, что в электролите, содержащем 3 мас.% глицерина образуются покрытия с наибольшим поляризационным сопротивлением ($R_p=9834 \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$). Дальнейшее увеличение концентрации глицерина в электролите не приводит к формированию покрытий с повышенными защитными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Eliaz, N. Corrosion of Metallic Biomaterials: A Review / N. Eliaz. – Direct text. // Materials. – 2019. – Vol 12, № 3. – P. 407.