



ACADEMIA ROMÂNĂ
INSTITUTUL DE CHIMIE FIZICĂ
"Ilie Murgulescu"
Spl. Independenței 202, PO BOX 12-194
060021 București
Tel: +4021 312 11 47 Fax: +4021 312 11 47
ROMÂNIA

Proiect PCCE – Cod CNCSIS 248

Site <http://pcce248.weebly.com/>

NOI CONCEPTE SI STRATEGII PENTRU DEZVOLTAREA CUNOASTERII UNOR NOI STRUCTURI BIOCOMPATIBILE IN BIOINGINERIE

Raport anual de activitate

Activități angajate

1.5.a. Obținerea filmelor pasive activate pe suporturi de Ti și TiAlV prin metode electrochimice

1.5.b. Stabilirea prin metode electrochimice (voltametrie ciclică, polarizare Tafel, EIS, monitorizare potențial în circuit deschis și gradienti de potențial corespunzători) a comportării pe termen scurt a filmelor obținute pe suporturi de Ti și TiAlV

1.5.e. Caracterizarea morfologică pe termen scurt a suprafețelor activate pe suporturi de Ti și TiAlV prin SEM

1.5.a. Obținerea filmelor pasive activate pe suporturi de Ti și TiAlV prin metode electrochimice

Au fost obținute filme pasive activate (acoperiri, atât pe suportul de Ti cât și pe cel de aliaj Ti-6Al-4V ELI) prin metoda polarizării catodice potențiodinamice folosind o soluție de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ și $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$; polarizarea catodică s-a aplicat de la -500 mV până la circa -2500 mV, până când s-a atins o densitate de curent de 10 mA/cm^2 . S-a obținut o acoperire primară a cărei compoziție a fost determinată prin spectroscopia de difracție de raze X (XRD) și spectroscopia de transformări Fourier în infraroșu (FT-IR); a fost identificat compusul brushite $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ale cărui spectre sunt prezentate în figurile 1 și 2.

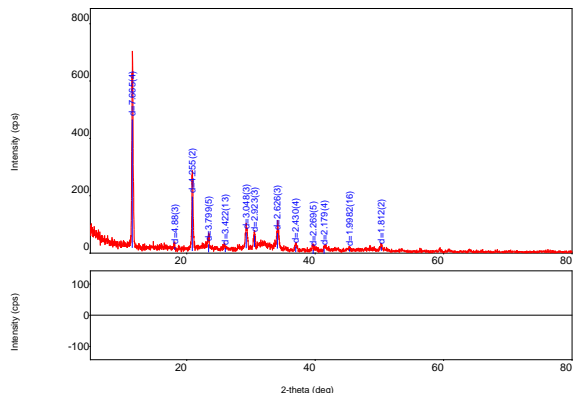


Fig. 1. Spectrul XRD pentru acoperirea primară obținută

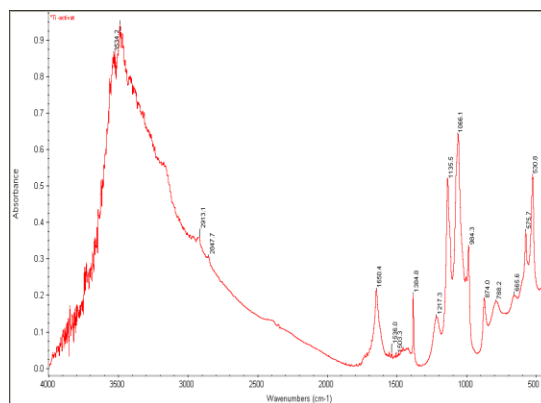


Fig. 2. Spectrul FT-IR pentru acoperirea primară obținută

Apoi probele acoperite au fost imersate timp de 24 și 48 ore în soluție Ringer de pH = 7,1 și pH = 8,91 și soluție Hank de pH = 7,4; pe suprafața acestora s-a format hidroxiapatita $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ care s-a identificat prin spectroscopie FT-IR, XRD și Raman. Acoperirea cea mai bună cu hidroxiapatită s-a obținut după imersare timp de 48 ore în soluția Ringer de pH = 7,1 cum se poate observa din figurile 3 și 4.

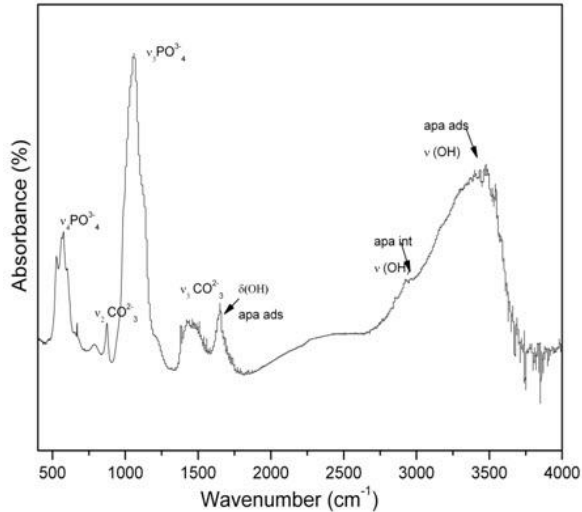


Fig. 3. Spectrul FT-IR pentru acoperirea finală obținută

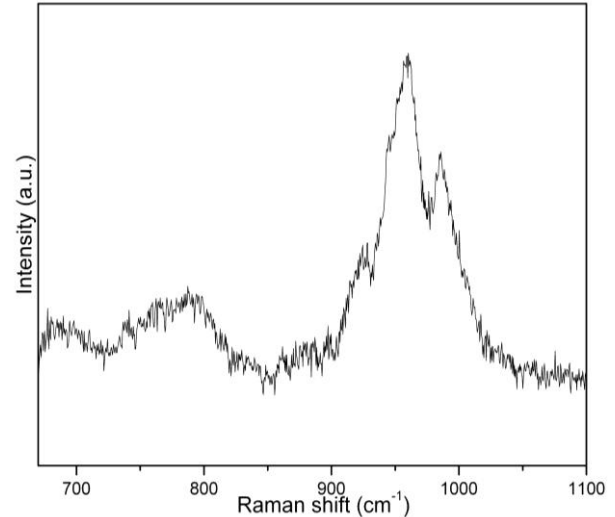


Fig. 4. Spectrul Raman pentru acoperirea finală obținută

Microfotografiile SEM (Fig. 5 și 6) arată o structură mai adecvată pentru aderența celulară a acoperirii finale de hidroxiapatită față de acoperirea primară de brushite.

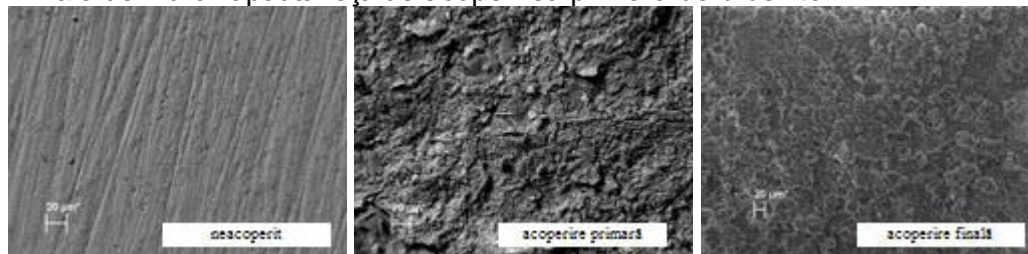


Fig. 5. Micrografiile SEM pentru titan ne și acoperit

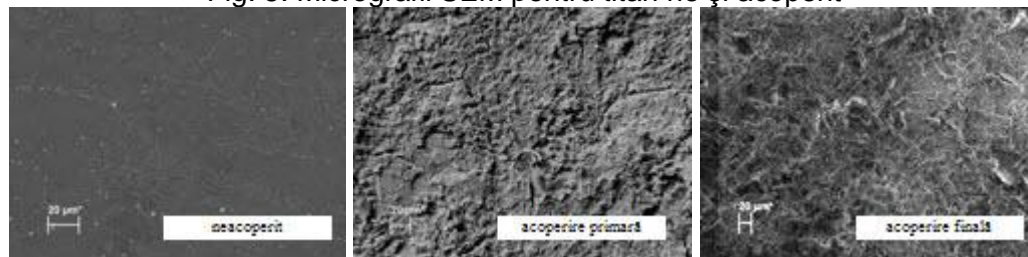


Fig. 6. Micrografiile SEM pentru aliajul Ti-6Al-4V ELI ne și acoperit

1.5.b. Stabilirea prin metode electrochimice (voltametrie ciclică, polarizare Tafel, EIS, monitorizare potențial în circuit deschis și gradienti de potențial corespunzător) a comportării pe termen scurt a filmelor obținute pe suporturi de Ti și TiAlV

Comportarea pe termen scurt a acoperirilor obținute din curbe de voltametrie ciclică

Curbele ciclice de polarizare (obținute în soluție Ringer de pH = 7,1 și pH = 8,91 și soluție Hank de pH = 7,4, Fig. 7, 8) ale biomaterialelor acoperite arată o comportare mai nobilă ale acestora față de biomaterialele neacoperite. Pentru biomaterialele acoperite, comportarea se îmbunătățește în timp; toți parametrii electrochimici (Tabelele 1, 2) au valori mai favorabile pentru

biomaterialele acoperite decât pentru cele neacoperite. Aceste fapte dovedesc înnoobilarea comportării biomaterialelor prin aplicarea acoperirilor [1].

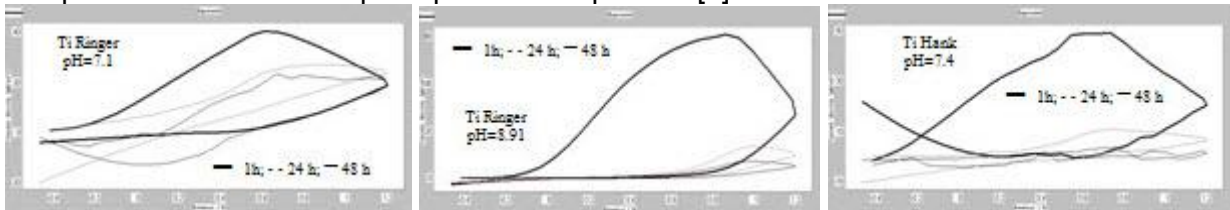


Fig. 7. Curbele ciclice pentru Ti acoperit, în soluții fiziologice

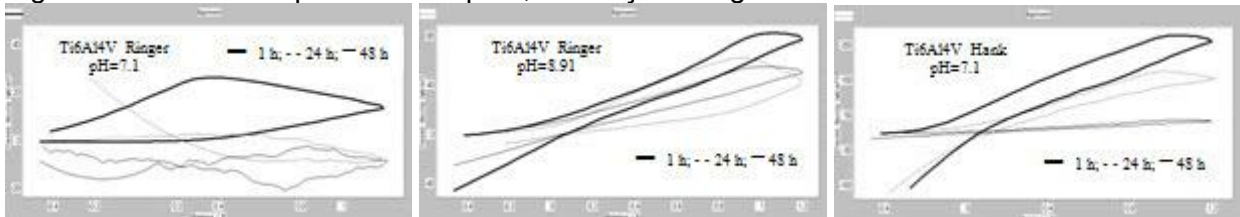


Fig. 8. Curbele ciclice pentru aliajul Ti-6Al-4V ELI acoperit, în soluții fiziologice

Tabelul 1. Principalii parametri electrochimici ai Titanului ne și acoperit

Biomaterial	Timp (h)	E_{corr} (mV)	E_p (mV)	ΔE_p (mV)	$ E_{corr} - E_p $ (mV)	i_p ($\mu A/cm^2$)
Soluție Ringer pH = 7,1						
Ti neacoperit	1	-457,7	-420,1	>1200	37,6	45
	24	-354,6	-310,2	>1200	44,4	15
	48	-289,5	-250,4	>1200	49,1	10
Ti acoperit	1	-325,5	-305,3	>1200	20,2	20
	24	-227,6	-201,4	>1200	26,2	8
	48	-225,1	200,0	>1200	25,1	2
Soluție Ringer pH = 8,91						
Ti neacoperit	1	-451,6	-420,1	>1200	31,1	45
	24	-379,6	-345,6	>1200	34,0	16
	48	-288,6	-260,5	>1200	28,6	8
Ti acoperit	1	-449,3	-410,2	>1200	39,1	25
	24	-386,3	-360,3	>1200	26,3	8
	48	-290,5	-270,5	>1200	20,0	2
Soluție Hank pH = 7,4						
Ti neacoperit	1	-405,8	-370,5	>1200	35,3	35
	24	-284,5	-254,3	>1200	30,2	10
	48	-230,3	-205,1	>1200	25,2	9
Ti acoperit	1	-369,6	-345,2	>1200	25,4	18
	24	-226,1	-205,1	>1200	21,0	6
	48	-201,6	-180,3	>1200	20,3	1

Tabelul 2. Principalii parametri electrochimici ai aliajului Ti-6Al-4V ELI ne și acoperit

Biomaterial	Timp (h)	E_{corr} (mV)	E_p (mV)	ΔE_p (mV)	$ E_{corr} - E_p $ (mV)	i_p ($\mu A/cm^2$)
Soluție Ringer pH = 7,1						
Ti-6Al-4V neacoperit	1	-456,8	-430,6	>1200	26,2	40
	24	-351,7	-320,5	>1200	31,2	14
	48	-226,8	-200,8	>1200	26,0	9
Ti-6Al-4V acoperit	1	-314,5	-390,3	>1200	24,2	15
	24	226,9	-260,5	>1200	24,8	5

	48	224,9	-200,1	>1200	24,9	1
Soluție Ringer pH = 8,91						
Ti-6Al-4V neacoperit	1	-434,9	-460,8	>1200	34,1	41
	24	361,5	-320,4	>1200	41,1	10
	48	-233,2	-200,1	>1200	33,1	7
Ti-6Al-4V acoperit	1	-423,0	-400,5	>1200	22,5	20
	24	-305,5	-270,1	>1200	35,4	7
	48	-285,6	-240,5	>1200	45,1	2
Soluție Hank pH = 7,4						
Ti-6Al-4V neacoperit	1	-374,5	-350,3	>1200	20,2	50
	24	-261,5	-240,3	>1200	21,2	9
	48	-227,5	-200,4	>1200	27,1	8
Ti-6Al-4V acoperit	1	-352,1	-330,0	>1200	22,1	14
	24	-223,6	-200,0	>1200	23,6	4
	48	-189,8	-165,7	>1200	25,1	1

Comportarea pe termen scurt a acoperirilor obținute din polarizare lineară Tafel

Vitezele de coroziune și cantitățile totale de ioni eliberați în soluțiile fiziologice (Tabelele 3, 4) ale celor două biomateriale studiate au scăzut în timp arătând o îmbunătățire a rezistenței anticorrosive a acestora [1]. Biomaterialele acoperite au viteze de coroziune mai scăzute decât cele neacoperite dovedind că acoperirile obținute au un caracter protector mai bun, care crește în timp datorită depunerilor din soluțiile fiziologice [2-4].

Tabelul 3. Vitezele de coroziune ale Titanului ne și acoperit

Material	Timp (h)	R_p ($k\Omega \cdot cm^2$)	β_a (mV)	β_c (mV)	i_{corr} ($\mu A/cm^2$)	V_{corr} ($\mu m/an$)	Clasa de rezistență	Ion release (ng/cm^2)
Soluție Ringer pH = 7,1								
Ti neacoperit	1	780,3	64,2	-73,5	0,018	0,206	Perfect Stabil	20,93
	24	950,2	72,4	-69,7	0,011	0,125	Perfect Stabil	12,70
	48	1280,0	94,1	-83,6	0,0084	0,0953	Perfect Stabil	9,68
Ti acoperit	1	989,3	105,6	-115,3	0,0096	0,1091	Perfect Stabil	11,08
	24	1250,1	124,3	-110,4	0,0076	0,086	Perfect Stabil	8,73
	48	1310,4	143,2	-24,9	0,0036	0,041	Perfect Stabil	4,16
Soluție Ringer pH = 8,91								
Ti neacoperit	1	688,9	198,3	-113,6	0,036	0,420	Perfect Stabil	42,67
	24	872,5	75,6	-70,4	0,019	0,213	Perfect Stabil	21,64
	48	1180,3	77,3	-48,7	0,0088	0,0996	Perfect Stabil	10,12
Ti acoperit	1	818,4	178,1	-58,3	0,019	0,216	Perfect Stabil	21,95
	24	965,7	193,4	-60,9	0,010	0,113	Perfect Stabil	11,48

	48	1080,2	275,9	-73,5	0,0041	0,047	Perfect Stabil	4,77
Soluție Hank pH = 7,4								
Ti neacoperit	1	930,7	106,0	-98,9	0,016	0,193	Perfect Stabil	19,61
	24	990,2	121,3	-72,7	0,079	0,899	Perfect Stabil	11,34
	48	1170,3	203,4	-66,9	0,0037	0,042	Perfect Stabil	4,27
Ti acoperit	1	1160,6	67,3	-32,5	0,0081	0,095	Perfect Stabil	9,65
	24	1314,1	126,4	-104,3	0,0064	0,072	Perfect Stabil	7,31
	48	1490,5	158,9	-119,6	0,0032	0,036	Perfect Stabil	3,66

Tabelul 4. Vitezele de coroziune ale aliajului Ti-6Al-4V ELI ne și acoperit

Material	Timp (h)	R_p ($k\Omega \cdot cm^2$)	β_a (mV)	β_c (mV)	i_{corr} ($\mu A/cm^2$)	V_{corr} ($\mu m/an$)	Clasa de rezistență	Ion release (ng/cm^2)
Soluție Ringer pH = 7,1								
Ti-6Al-4V neacoperit	1	945,6	142,5	-125,9	0,0216	0,243	Perfect Stabil	24,69
	24	1020,5	127,4	-105,4	0,0136	0,153	Perfect Stabil	15,54
	48	1390,4	80,8	-110,1	0,0079	0,0885	Perfect Stabil	8,99
Ti-6Al-4V acoperit	1	1140,7	143,1	-151,2	0,0095	0,107	Perfect Stabil	10,87
	24	1260,6	153,4	-163,9	0,0086	0,097	Perfect Stabil	9,85
	48	1480,8	77,5	-29,6	0,0036	0,0403	Perfect Stabil	4,09
Soluție Ringer pH = 8,91								
Ti-6Al-4V neacoperit	1	865,3	48,5	-43,4	0,034	0,390	Perfect Stabil	39,62
	24	970,2	96,4	-54,5	0,018	0,204	Perfect Stabil	20,73
	48	1240,4	128,0	-71,8	0,0107	0,1207	Perfect Stabil	12,26
Ti-6Al-4V acoperit	1	950,6	19,9	-117,0	0,0195	0,219	Perfect Stabil	22,25
	24	1190,5	37,8	-75,3	0,011	0,125	Perfect Stabil	12,70
	48	1370,8	77,5	-29,4	0,0056	0,064	Perfect Stabil	6,51
Soluție Hank pH = 7,4								
Ti-6Al-4V neacoperit	1	1050,6	89,5	-198,4	0,021	0,236	Perfect Stabil	23,98
	24	1170,9	80,4	-171,3	0,012	0,134	Perfect	13,61

							Stabil	
	48	1460,5	79,3	-165,4	0,0079	0,0895	Perfect Stabil	9,09
Ti-6Al-4V acoperit	1	1185,2	77,4	-162,8	0,0107	0,0887	Perfect Stabil	9,01
	24	1315,4	69,4	-159,3	0,0067	0,075	Perfect Stabil	7,62
	48	1514,3	62,5	-64,0	0,0028	0,032	Perfect Stabil	3,25

Comportarea pe termen scurt a acoperirilor obținute din spectroscopie electrochimică de impedanță

Spectrele Nyquist (câteva exemple sunt prezentate în figura 9) evidențiază semicercuri incomplete cu raze de curbură foarte mari, care arată o comportare capacitivă, un strat protector foarte rezistent. Impedanța crește mai mult pentru biomaterialele acoperite, față de cele neacoperite. De asemenea, impedanța crește în timp relevând o creștere a grosimii acoperirii.

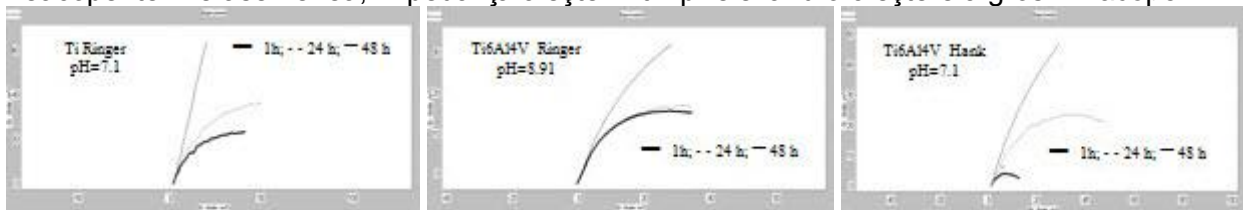


Fig. 9. Spectre Nyquist pentru biomaterialele acoperite, în soluții fiziologice

Comportarea pe termen scurt a acoperirilor obținute din monitorizarea potențialelor în circuit deschis și a gradientilor de potențial corespunzători

Potențialele în circuit deschis (Fig. 10) tind spre valori mai electropozitive în timp, atât pentru biomaterialele acoperite cât și pentru cele neacoperite. Biomaterialele acoperite au prezentat potențiale mai electropozitive decât cele neacoperite ca urmare a efectului protector al acoperirii. Gradientii de potențial (Tabelul 5) datorati neuniformității pH-ului ΔE_{oc1} și neuniformității compoziției ΔE_{oc2} și ΔE_{oc3} soluțiilor fiziologice au valori foarte mici care nu pot genera coroziune galvanică sau locală [5,6].

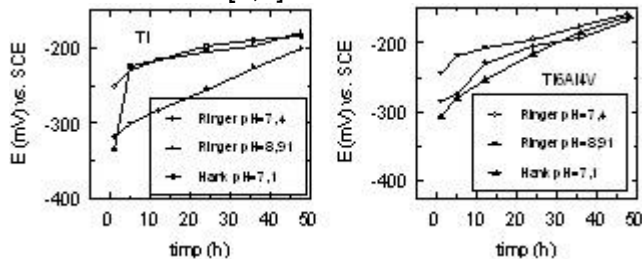


Fig. 10. Variația în timp a potențialelor în circuit deschis pentru biomaterialele acoperite, în soluții fiziologice

Tabelul 5. Gradientii de potențial determinați pentru Ti și aliajul Ti-6Al-4V ELI acoperiți

Material	Timp (h)	ΔE_{oc1} (V)	ΔE_{oc2} (V)	ΔE_{oc3} (V)
Ti acoperit	1	+0,066	+0,084	+0,018
	12	+0,068	+0,001	-0,068
	24	+0,050	-0,007	-0,057
	48	+0,022	+0,006	-0,016
Ti-6Al-4V acoperit	1	+0,041	+0,060	+0,022
	12	+0,022	+0,046	+0,024
	24	+0,011	+0,021	+0,010
	48	+0,010	+0,004	-0,006

1.5.e. Caracterizarea morfologică pe termen scurt a suprafețelor activate pe suporturi de Ti și TiAlV prin SEM

Morfologia acoperirilor depuse pe suport de titan (Fig. 11) și aliaj Ti-6Al-4V ELI (Fig. 12) s-a modificat în timp: acoperirile au devenit mai dense și în același timp prezintă pori, structură favorabilă adeziunii și creșterii celulare.

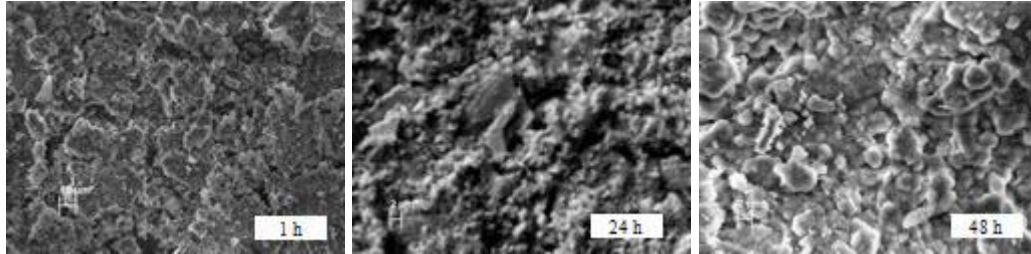


Fig. 11. Micrografii SEM pentru acoperirea de hidroxiapatită depusă pe titan după imersie în soluție Ringer (pH = 7,1)

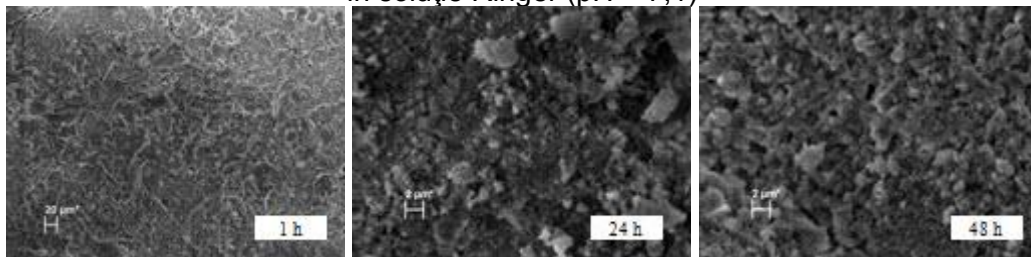



Fig. 12. Micrografii SEM pentru acoperirea de hidroxiapatită depusă pe aliajul Ti-6Al-4V ELI după imersie în soluție Ringer (pH = 7,1)

Bibliografie

1. E. Vasilescu, P. Drob, D. Raducanu, I. Cincă, D. Mareci, J. M. Calderon Moreno, M. Popa, C. Vasilescu, J. C. Mirza Rosca, *Corros. Sci.*, 51, 12, 2009, 2885-2896
2. A.K. Shukla, R. Balasubramaniam, *Corros. Sci.*, 48 (2006) 1696-1720.
3. R. Narayanan, S.K. Seshadri, *Corros. Sci.*, 50 (2008) 1521-1529.
4. A.W.E. Hodgson, Y. Mueller, D. Forster, S. Virtanen, *Electrochim. Acta*, 47 (2002) 1913-1923.
5. G. Sheela, M. Ramasany, C.R.K. Rao, M. Pushpavanam, *Bull. Electrochem.*, 17 (2001) 347-350.
6. E. Blasco-Tamarit, A. Igual-Munoz, J. Garcia-Anton, D.M. Garcia-Garcia, *Corros. Sci.* 51 (2009) 1095-1102.

 <p>ACADEMIA ROMANA INSTITUTUL DE CHIMIE FIZICA “Ilie Murgulescu” Spl. Independentei 202, 060021 Bucuresti Tel: +401 312 11 47 Fax: +401 312 11 47 ROMANIA</p>		<p>BULETIN DE ANALIZĂ</p> <p>Nr. 6324 Data 30.11.2010 Fila nr 1 din 1</p>		
<p>LABORATORUL Electrochimie și Coroziune</p>				
<p>Natura probei : Titan neacoperit Solicitarea analizei: comandă internă <input type="checkbox"/></p>		<p>Data efectuării analizelor : 6.11.2010 – 30.11.2010</p>		
INDICATOR ANALIZAT	UM	VALORILE OBTINUTE	VALORI ADMISE Conform ISO 8044/2000	METODA DE ANALIZA
Probe imersate în soluție Ringer de pH = 7,1				
Viteză de coroziune (1 h)	μm/an	0,206	<1 μm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (24 h)	μm/an	0,125	<1 μm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (48 h)	μm/an	0,0953	<1 μm/an	Polarizare lineară
Probe imersate în soluție Ringer de pH = 8,91				
Viteză de coroziune (1 h)	μm/an	0,420	<1 μm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (24 h)	μm/an	0,213	<1 μm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (48 h)	μm/an	0,0996	<1 μm/an	Polarizare lineară
Probe imersate în soluție Hank de pH = 7,4				
Viteză de coroziune (1 h)	μm/an	0,193	<1 μm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (24 h)	μm/an	0,0891	<1 μm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (48 h)	μm/an	0,042	<1 μm/an	Polarizare lineară
<p>Interpretare : conform analizelor vitezelor de coroziune, probele de titan neacoperit se încadrează în prevederile ISO privind scara convențională a rezistenței la coroziune.</p>				


DIRECTOR GENERAL,
Dr. Mihai V. Popa

ȘEF LABORATOR,
Dr. Nicolae Spătaru

RESPONSABIL ANALIZE,
Dr. Ecaterina Vasilescu

Declarație: Rezultatele obținute se referă doar la proba analizată

Avertisment: Este interzisă reproducerea totală sau parțială a buletinului de analiză fără acordul scris al laboratorului

 <p>ACADEMIA ROMANA INSTITUTUL DE CHIMIE FIZICA "Ilie Murgulescu" Spl. Independentei 202, 060021 Bucuresti Tel: +401 312 11 47 Fax: +401 312 11 47 ROMANIA</p>		<p>BULETIN DE ANALIZĂ</p> <p>Nr. 6325 Data 30.11.2010 Fila nr 1 din 1</p>		
<p>LABORATORUL Electrochimie și Coroziune</p>				
<p>Natura probei : Titan acoperit Solicitarea analizei: comandă internă <input type="checkbox"/></p>		<p>Data efectuării analizelor : 6.11.2010 – 30.11.2010</p>		
INDICATOR ANALIZAT	UM	VALORILE OBTINUTE	VALORI ADMISE Conform ISO 8044/2000	METODA DE ANALIZA
Probe imersate în soluție Ringer de pH = 7,1				
Viteză de coroziune (1 h)	µm/an	0,1091	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (24 h)	µm/an	0,081	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (48 h)	µm/an	0,041	<1 µm/an	Polarizare lineară
Probe imersate în soluție Ringer de pH = 8,91				
Viteză de coroziune (1 h)	µm/an	0,216	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (24 h)	µm/an	0,113	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (48 h)	µm/an	0,047	<1 µm/an	Polarizare lineară
Probe imersate în soluție Hank de pH = 7,4				
Viteză de coroziune (1 h)	µm/an	0,095	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (24 h)	µm/an	0,072	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (48 h)	µm/an	0,036	<1 µm/an	Polarizare lineară
<p>Interpretare : conform analizelor vitezelor de coroziune, probele de titan acoperit se încadrează în prevederile ISO privind scara convențională a rezistenței la coroziune.</p>				


**DIRECTOR GENERAL,
Dr. Mihai V. Popa**

**ŞEF LABORATOR,
Dr. Nicolae Spătaru**

**RESPONSABIL ANALIZE,
Dr. Ecaterina Vasilescu**

Declarație: Rezultatele obținute se referă doar la proba analizată

Avertisment: Este interzisă reproducerea totală sau parțială a buletinului de analiză fără acordul scris al laboratorului

 <p>ACADEMIA ROMANA INSTITUTUL DE CHIMIE FIZICA "Ilie Murgulescu" Spl. Independentei 202, 060021 Bucuresti Tel: +401 312 11 47 Fax: +401 312 11 47 ROMANIA</p>		<p>BULETIN DE ANALIZĂ</p> <p>Nr. 6326 Data 30.11.2010 Fila nr 1 din 1</p>		
<p>LABORATORUL Electrochimie și Coroziune</p>				
<p>Natura probei : aliaj Ti6Al4V neacoperit Solicitarea analizei: comandă internă <input type="checkbox"/></p>		<p>Data efectuării analizelor : 6.11.2010 – 30.11.2010</p>		
INDICATOR ANALIZAT	UM	VALORILE OBTINUTE	VALORI ADMISE Conform ISO 8044/2000	METODA DE ANALIZA
Probe imersate în soluție Ringer de pH = 7,1				
Viteză de coroziune (1 h)	µm/an	0,243	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (24 h)	µm/an	0,153	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (48 h)	µm/an	0,0885	<1 µm/an	Polarizare lineară
Probe imersate în soluție Ringer de pH = 8,91				
Viteză de coroziune (1 h)	µm/an	0,390	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (24 h)	µm/an	0,204	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (48 h)	µm/an	0,1207	<1 µm/an	Polarizare lineară
Probe imersate în soluție Hank de pH = 7,4				
Viteză de coroziune (1 h)	µm/an	0,236	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (24 h)	µm/an	0,134	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (48 h)	µm/an	0,095	<1 µm/an	Polarizare lineară
<p>Interpretare : conform analizelor vitezelor de coroziune, probele de aliaj Ti6Al4V neacoperit se încadrează în prevederile ISO privind scara convențională a rezistenței la coroziune.</p>				


**DIRECTOR GENERAL,
Dr. Mihai V. Popa**

**ŞEF LABORATOR,
Dr. Nicolae Spătaru**

**RESPONSABIL ANALIZE,
Dr. Paula Drob**

Declarație: Rezultatele obținute se referă doar la proba analizată

Avertisment: Este interzisă reproducerea totală sau parțială a buletinului de analiză fără acordul scris al laboratorului

 <p>ACADEMIA ROMANA INSTITUTUL DE CHIMIE FIZICA "Ilie Murgulescu" Spl. Independentei 202, 060021 Bucuresti Tel: +401 312 11 47 Fax: +401 312 11 47 ROMANIA</p>		<p>BULETIN DE ANALIZĂ</p> <p>Nr. 6327 Data 30.11.2010 Fila nr 1 din 1</p>		
<p>LABORATORUL Electrochimie și Coroziune</p>				
<p>Natura probei : aliaj Ti6Al4V acoperit Solicitarea analizei: comandă internă <input type="checkbox"/></p>		<p>Data efectuării analizelor : 6.11.2010 – 30.11.2010</p>		
INDICATOR ANALIZAT	UM	VALORILE OBTINUTE	VALORI ADMISE Conform ISO 8044/2000	METODA DE ANALIZA
Probe imersate în soluție Ringer de pH = 7,1				
Viteză de coroziune (1 h)	µm/an	0,107	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (24 h)	µm/an	0,097	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (48 h)	µm/an	0,0403	<1 µm/an	Polarizare lineară
Probe imersate în soluție Ringer de pH = 8,91				
Viteză de coroziune (1 h)	µm/an	0,219	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (24 h)	µm/an	0,125	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (48 h)	µm/an	0,064	<1 µm/an	Polarizare lineară
Probe imersate în soluție Hank de pH = 7,4				
Viteză de coroziune (1 h)	µm/an	0,0887	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (24 h)	µm/an	0,075	<1 µm/an	Polarizare lineară
Viteză de coroziune (48 h)	µm/an	0,032	<1 µm/an	Polarizare lineară
<p>Interpretare : conform analizelor vitezelor de coroziune, probele de aliaj Ti6Al4V acoperit se încadrează în prevederile ISO privind scara convențională a rezistenței la coroziune.</p>				

**DIRECTOR GENERAL,
Dr. Mihai V. Popa**

**ŞEF LABORATOR,
Dr. Nicolae Spătaru**

**RESPONSABIL ANALIZE,
Dr. Paula Drob**

Declarație: Rezultatele obținute se referă doar la proba analizată

Avertisment: Este interzisă reproducerea totală sau parțială a buletinului de analiză fără acordul scris al laboratorului