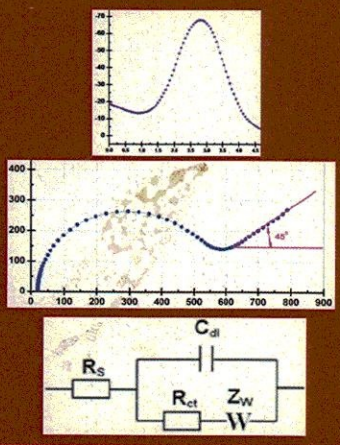
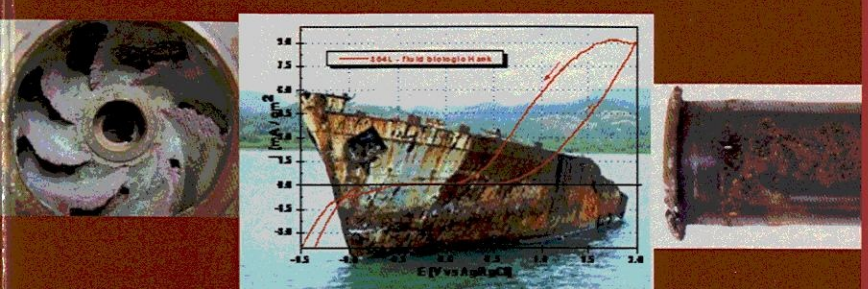
Lidia BENEA



Coroziune şi Protecţii Anticorozive

de la Teorie la Practică



Coroziune şi Protecţii Anticorozive
de la Teorie la Practică

EDITURA ACADEMICA

2017

II 23808

Lidia BENEA

COROZIUNE ŞI PROTECŢII ANTICOROZIVE

- de la teorie la practică -

277816

C - 277816

UNIVERSITATEA
"DUNĂREA DE JOS" GALAŢI
BIBLIOTECĂ 2

EDITURA ACADEMICA
2017

CUPRINS

		Pagina
	CUPRINS	i
	PREFAŢĂ	vii
	CUVÂNT ÎNAINTE	ix
	SUMAR	xi
	SUMMARY	xiii
1.	IMPORTANŢA CUNOAŞTERII FENOMENELOR DE COROZIUNE	1
	1.1. Ce este coroziunea?	1
	1.2. De ce se produce coroziunea?	3
	1.3. Care este costul coroziunii?	7
	1.4. Înţelegerea impactului coroziunii şi al educaţiei în ingineria coroziunii	10
	1.5. Forme de coroziune şi clasificarea proceselor de coroziune	12
	1.6. Aspecte ale coroziunii materialelor	13
	1.7. Bibliografie capitolul 1	19
2	METALE ŞI SUPRAFEŢE METALICE	21
	2.1. Structura metalelor în volum	21
	2.1.1. Legătura metalică şi caracterul ei specific	21
	2.1.2. Electroni mobili în metale	22
	2.1.3. Legătura metalică	25
	2.1.4. Lucru de extracţie al electronului	28
	2.1.5. Interpretarea proprietăţilor metalelor	28
	2.2. Reţele metalice şi defecte	31
	2.3. Structura electronică a metalelor	33
	2.4. Structura atomică a suprafeţelor	38
	2.5. Structura electronică a suprafeţelor	42
	2.6. Procese la suprafaţa metalelor	42
	2.7. Capacitatea de udare a suprafeţelor	43
	2.8. Biocompatibilitatea fenomen de suprafaţă pentru biomateriale	46
	2.9. Impactul unghiului de contact asupra bicompatibilităţii	47
	2.10. Bibliografie capitolul 2	49

3. NOŢIUNI GENERALE DE ELECTROCHIMIE 51

3.1. Mecanismul conducerii curentului electric în soluţii de electrolit 51

3.1.1. Conductori electrici 51

3.1.2. Disociaţia electrolitică 53

3.1.3. *p*H-ul soluţiilor 58

3.2. Oxidare şi reducere 62

3.3. Activitatea termodinamică a unei specii chimice 65

3.4. Conductibilitatea electrolitică 66

3.5. Reacţii la electrozi 67

3.6. Celula de electroliză 68

3.7. Legile electrolizei 69

3.8. Parametri electrici utili în electrochimie 73

3.9. Potenţiale de electrod 74

3.9.1. Diferenţa de potenţial metal-soluţie 74

3.9.2. Exprimarea potenţialului de electrod 75

3.9.3. Măsurarea potenţialului de electrod 79

3.9.4. Forţa electromotoare (emf sau tem) 81

3.10. Electroliză şi polarizare 87

3.10.1. Tensiunea de descompunere electrolitică 87

3.10.2. Apariţia unui suprapotenţial (supratensiune) datorită polarizării electrodului. 88

3.10.3. Supratensiunea hidrogenului 89

3.10.4. Ordinea descărcării ionilor la catod 91

3.10.5. Legea lui Nernst pentru cupluri electrochimice la echilibru 92

3.11. Procese de suprafaţă şi electrochimia implanturilor 95

3.11.1. Apa din corpul uman 95

3.11.2. Fluide fiziologice medii corozive pentru implanturi 96

3.12. Formarea interfeţei metal- soluţie (Interacţiunea material - mediu) 101

3.12.1. Formarea interfeţei metal-soluţie 102

3.12.2. Modelul Helmholtz compact al stratului dublu 104

3.12.3. Modelul difuz al stratului dublu Gouy – Chapman 105

3.12.4. Modelul Stern 109

3.12.5. Modelul triplu strat Grahame 111

3.13. Bibliografie capitolul 3 116

4. COROZIUNEA CHIMICĂ 119

4.1. Coroziunea chimica sau coroziunea uscată 119

4.2. Coroziunea chimică a metalelor şi aliajelor 119

4.2.1. Coroziunea în gaze 119

4.2.2. Pelicule de coroziune şi influenţa lor asupra procesului 120

4.2.3. Cinetica coroziunii chimice 121

4.2.4. Coroziunea metalelor sub acţiunea gazelor fierbinţi 125
4.2.5. Exemple de coroziune în gaze fierbinţi 126
4.2.6. Protecţia metalelor împotriva coroziunii în gaze 127
4.2.7. Coroziunea şi protecţia metalelor în medii lichide de neelectroliţi . 127
4.3. Degradarea polimerilor 128
4.3.1. Piroliza şi degradarea polimerilor la temperatură ridicată 128
4.3.2. Fotodegradarea polimerilor 130
4.3.3. Rezistenţa polimerilor la coroziune şi la agenţii chimici 130
4.4. Rezistenţa materialelor ceramice la coroziunea chimică 131
4.5. Bibliografie capitolul 4 132

5. COROZIUNEA ELECTROCHIMICĂ 133
5.1. Mecanismul coroziunii electrochimice 133
5.2. Procese anodice 136
5.3. Procese catodice 136
5.4. Celule de coroziune şi reacţii 140
5.5. Coroziunea electrochimica a fierului 141
5.6. Coroziunea – fenomen de oxido-reducere 142
5.7. Efectul mărimii suprafeţei 143
5.8. Termodinamica coroziunii 146
5.8.1. Energia liberă a unei reacţii de coroziune 146
5.8.2. Diagrama E-pH a fierului 147
5.8.3. Reacţii de echilibru în diagrama Pourbaix a fierului (oţelului) în condiţii umede 147
5.8.4. Produşii de coroziune ai Fe 149
5.8.5. Chimia coroziunii fierului (chimia ruginii) 152
5.9. Cinetica coroziunii 154
5.9.1. Ce este suprapotenţialul (supratensiunea) ? 154
5.9.2. Polarizarea de activare 155
5.9.3. Polarizarea de concentraţie 164
5.9.4. Polarizarea ohmică 168
5.9.5. Date cinetice de coroziune 168
5.9.6. Curbe de polarizare: Rolul transportului de masă 172
5.9.7. Influenţa pH-ului mediului agresiv asupra procesului de coroziune 176
5.9.8. Influenţa oxigenului din mediul coroiv asupra procesului de coroziune 178
5.9.9. Influenţa stării suprafeţei materialului asupra procesului de coroziune 180
5.10. Conceptul general asupra coroziunii implanturilor 182
5.10.1. Definirea degradării implaturilor 182
5.10.2. Interacţiunea cu apa din mediul biologic 183
5.10.3. Coroziunea biomaterialelor de implant 185
5.11. Metode de determinare şi de exprimare a vitezei de coroziune 188

5.12. Bibliografie capitolul 5 194

6. PASIVARE ŞI FILME PASIVE 199
6.1. Conceptul de pasivitate (pasivare) 199
6.2. Coroziune, imunitate si pasivitate 200
6.3. Interpretarea electrochimică a pasivării 203
6.4. Criterii de pasivizare si de "stabilitate" a stării pasive 208
6.5. Filmul pasiv 219
6.5.1. Tehnici de caracterizare a fimului pasiv 219
6.5.2. Domenii pasive a materialelor de implant în fluide biologice 229
6.6. Bibliografie capitolul 6 233

7 FORME DE COROZIUNE 235
7.1. Coroziunea uniformă 236
7.2. Coroziunea galvanică 237
7.3. Coroziunea localizată 239
7.3.1. Coroziunea în puncte (pitting) 240
7.3.2. Coroziunea în crevasă, cavernoasă (crapături) 244
7.3.3. Coroziunea intergranulară 246
7.3.4. Alte forme de coroziune localizată 248
7.3.4.1. Coroziune sub tensiune 248
7.3.4.2. Dizolvarea selectivă 250
7.4. Bibliografie capitol 7 252

8 METODE DE PROTECŢII ANTICOROZIVE 255
8.1. Protecţii anticorozive prin tratarea mediului coroziv - Inhibitori de coroziune 255
8.1.1. Avantajele utilizării inhibitorilor de coroziune în protecţia anticorozivă 256
8.1.2. Eficienţa protecţiei anticorozive prin inhibitori 262
8.1.3. Clase şi tipuri de inhibitori 264
8.1.4. Clasificarea inhibitorilor după compoziţia şi structura chimică 265
8.2. Protecţii anticorozive prin tratarea suprafeţei materialelor: straturi, filme, acoperiri 267
8.2.1. Necesitatea protecţiilor anticorozive 267
8.2.2. Acoperirile sau straturile de protecţie şi aspectele specifice de coroziune 267
8.2.3. Procesare - Structură - Proprietăţi funcţionale 271
8.2.4. Funcţionalizarea suprafeţelor prin metode electrochimice pentru creşterea rezistenţei la coroziune 273
8.2.4.1. Proprietăţi îmbunătăţite prin funcţionalizare 273
8.2.5. Depunerea electrochimică – ştiinţă şi tehnologie pentru viitor 275
8.2.6. Electrodepunerea de la simpla de depunere a unui metal la

straturile nanocompozite 278
8.2.7. Creşterea controlată a straturilor (filmelor) de oxizi 291
8.2.7.1. Definiţia oxidării anodice 291
8.2.7.2. Modificarea titanului şi aliajelor de titan prin oxidare anodică 292
8.2.7.3. Modificarea aluminiului şi aliajelor de aluminiu prin oxidare anodică 303
8.3. Bibliografie capitolul 8 313

9. METODE ELECTROCHIMICE DE EVALUARE A REZISTENŢEI LA COROZIUNE ŞI A CINETICII DE ELECTROD 323
9.1. Importanţa şi clasificarea metodelor electrochimice 323
9.2. Protocol experimental, aparatură metode şi celula electrochimică 325
9.2.1. Pregătirea catodului sau electrodului de lucru (WE) 325
9.2.2. Pregătirea anodului sau contraelectrodului (sau electrodului auxiliar) (*CE*) 325
9.2.3. Electrod de referinţă (*RE*) 325
9.2.4. Celula de electroliză 326
9.2.5. Electrolit 328
9.2.6. Măsurători electrochimice in-situ 328
9.2.6.1. Variaţia în timp a potenţialului de electrod în circuit deschis. Open circuit potential (OCP) 328
9.2.6.2. Trasarea curbelor de polarizare 331
9.2.6.3. Trasarea curbelor de voltametrie liniară şi voltametrie ciclică 333
9.2.6.4. Trasarea curbelor de spectroscopie de impedanţă electrochimică ... 337
9.2.6.4. 1. Definiţia impedanţei: Conceptul de impedanţă complexă 337
9.3. Spectroscopia de impedanţă electrochimică - consideraţii speciale pentru studiul sistemelor corozive 344
9.3.1. Relaţii între rezistenţă, viteză coroziune şi componentele impedanţei electrochimice 344
9.3.2. Impedanţa Warburg 351
9.4. Evaluarea diagramelor de impedanţă în măsurarea coroziunii 354
9.4.1. Admitanţa electrodului şi circuitul echivalent 355
9.4.2. Determinarea elementelor circuitului echivalent 359
9.5. Studiul comparativ al rezistenţei la coroziune a unor straturi micro - şi nano - compozite prin metoda spectroscopiei de impedanţă electrochimică 361
9.5.1. Analiza comportării la coroziune a straturilor Cu / micro-ZrO_2 în acid sulfuric 361
9.5.2. Analiza comportării la coroziune a straturilor Cu / micro-ZrO_2 în acid clorhidric 365
9.5.3. Analiza comportării la coroziune a straturilor nanocompozite Co / nano-CeO_2 în fluide biologice 370

9.6. Studiul comparativ al rezistenței la coroziune a filmelor nanoporoase de oxid de titan prin metoda spectroscopiei de impedanță electrochimică . 375
9.7. Determinarea rezistenței de polarizare din curbele de polarizare 378
9.8. Bibliografie capitolul 9 381

10 POEM - Coroziune 387