

**Raicho Raichev, Lucien Veleva,
Benjamín Valdez**

Corrosión de metales y degradación de materiales

Principios y prácticas de laboratorio

Selección Anual para el Libro Universitario 2007-2008
CINVESTAV– MÉRIDA / UABC– MEXICALI

©D.R. 2009 Raicho Raichev, Lucien Veleva, Benjamín Valdez

Departamento de Editorial Universitaria. Av. Reforma 1375.
Col. Nueva. Mexicali, Baja California, México.
Teléfono: (686) 552-1056.
Correo electrónico: editorial@info.rec.uabc.mx
<http://www.uabc.mx>
ISBN 978-607-7753-07-0

Coordinación de editorial: Rosa María Espinoza Galindo
Editor literario: Miguel Schorr Wiener
Baja California, 2009.
383 p.; 21,59 cm x 25,4 cm
isbn 978-607-7753-07-0

1. Corrosión. 2. Metales.
3. Degradación. 4. Materiales.

CONTENIDO

Prefacio	15
Prólogo.....	17
Capítulo 1. Corrosión de los metales	19
1.1 Introducción	19
1.2 Clasificación de los procesos de corrosión	21
1.2.1 Clasificación en base al mecanismo	21
1.2.2 Clasificación en base de las condiciones de operación	22
1.2.3 Clasificación en función del tipo de deterioro del metal	24

1.3 Índices de corrosión	27
1.4 Pruebas de corrosión	31
Capítulo 2. Corrosión química de metales	37
2.1 Características generales	37
2.2 Corrosión de metales en gases	38
2.3 Mecanismo de crecimiento de capas de óxidos	42
2.4 Capas de óxidos formados en aceros	44
2.5 Prácticas de laboratorio	45
2.5.1 Determinación de la ley de crecimiento de capa de óxidos en metales durante la oxidación en altas temperaturas	45
2.5.2 Influencia de la temperatura sobre la velocidad de oxidación de metales expuestos en aire	49
2.5.3 Resistencia térmica de metales en aire	51
Capítulo 3. Corrosión electroquímica de los metales	55

CONTENIDO

3.1 Características generales	55
3.2 Potencial electroquímico y potencial de electrodo	57
3.2.1 Polarización por activación	63
3.2.2 Polarización por concentración	65
3.2.3 Polarización óhmica	65
3.3 Mecanismo de la corrosión electroquímica	66
3.4 Termodinámica del proceso de corrosión atmosférica	72
3.5 Polarización de una celda galvánica de corrosión	81
3.6 Procesos de corrosión con despolarización por hidrógeno	86
3.7 Procesos de corrosión con despolarización por oxígeno	89
3.8 Potencial mixto de corrosión	95
3.9 Pasividad de los metales	97
3.10 Prácticas de laboratorio	100
3.10.1 Potenciales de corrosión	100
3.10.2 Investigación gravimétrica de la corrosión	105
3.10.3 Determinación de la velocidad.....	109
3.10.4 Modelo de una celda de corrosión con despolarización por oxígeno	114
3.10.5 Diagramas de corrosión de polarización	118
3.10.6 Corrosión de contacto de metales	121
3.10.7 Método de polarización galvanostática para medición de la velocidad de corrosión	124
3.10.8 Pasividad de metales en diferentes medios agresivos	129
3.10.9 Pasividad anódica de metales	131
3.10.10 Corrosión de metales en el suelo	135
3.10.11 Corrosión intergranular/intercristalina de metales	142
3.10.12 Corrosión de metales por picaduras	145
3.10.13 Corrosión de metales con agrietamiento	150
Capítulo 4. Degradación de materiales inorgánicos	155
4.1 Características generales de los materiales inorgánicos	155
4.1.1 Degradación de materiales cerámicos. Características generales y específicas.....	158
4.2 El concreto y sus características generales	160
4.2.1 Degradación de concreto: causas y características	164
4.3 Prácticas de laboratorio	167
4.3.1 Resistencia química de materiales de silicatos	167
4.3.2 Corrosión de acero en concreto reforzado	170
Capítulo 5. Degradación de los materiales poliméricos	175
5.1 Características generales de los materiales poliméricos	175
5.2 Características de la degradación de materiales poliméricos	177
5.3 Degradación de los polímeros en medios agresivos	181
5.4 Degradación de los materiales poliméricos y su impacto ambiental	183

5.5 Prácticas de laboratorio	185
5.5.1 Resistencia química a degradación de materiales poliméricos	185
Capítulo 6. Corrosión en la industria	189
6.1 Los materiales en la industria	189
6.2 Procesos de biodeterioro de materiales en sistemas industriales	192
6.2.1 Biodeterioro de metales y materiales no metálicos de uso industrial	194
6.3 Corrosión en la nueva industria electrónica	197
6.4 Corrosión en agua	201
6.4.1 El agua cruda y su corrosividad	201
6.4.2 Corrosión en sistemas de agua potable	205
6.5 La corrosión en estructuras enterradas	208
6.5.1 Tipos de suelos y su mineralogía	210
6.6 Corrosión bajo depósito térmico	213
6.7 Corrosión en la industria automotriz	216
6.8 Control de corrosión en centrales termoeléctricas	223
6.9 La corrosión en ambientes geotérmicos	226
6.10 La corrosión en la industria papelera	230
Capítulo 7. Precipitación <i>runoff</i> de materiales corroídos	233
7.1 El impacto ecológico del fenómeno <i>runoff</i> de metales	239
7.2 Liberación de zinc (<i>runoff</i>) en el medio ambiente	240
7.3 El proceso <i>runoff</i> de zinc en el clima tropical húmedo de México.....	243
Capítulo 8. Protección contra la corrosión	247
8.1 Aleación de metales	248
8.1.1 Aceros inoxidables y sus características generales	253
8.1.2 Aceros patinables resistentes en condiciones atmosféricas	256
8.2 Tratamiento del medio corrosivo	257
8.2.1 Disminución del contenido del despolarizador	258
8.2.2 Protección con inhibidores de corrosión	258
8.3 Recubrimientos anticorrosivos	262
8.3.1 Preparación previa de la superficie metálica antes de la aplicación de recubrimiento.....	262
8.3.2 Recubrimientos metálicos	264
8.3.3 Recubrimientos inorgánicos	266
8.3.4 Recubrimientos orgánicos de pintura	268
8.3.4.1 Películas orgánicas de tipo primario anticorrosivo	272
8.3.4.2 Mecanismo de protección anticorrosiva con recubrimientos de pintura	273
8.3.5 Recubrimientos de goma, caucho, polímeros y grasas/aceites anticorrosivos	276
8.4 Protección electroquímica de corrosión	280
8.4.1 Protección catódica	281
8.4.1.1 Protección catódica por ánodo de sacrificio	283
8.4.1.2 Protección catódica por corriente impresa	284
8.4.2 Protección por drenaje eléctrico	297
8.4.3 Agresividad del suelo	298
8.4.4 Protección anódica	305
Anexo 1. Glosario de términos generales de corrosión, tratamiento de superficies y electroquímica (inglés, francés y alemán)	311
Anexo 2. Preparación de las muestras metálicas para ensayos de corrosión	339
Anexo 3. Densidad de óxidos de metales	345
Anexo 4	347
A 4.1 Potencial estándar ($E_p^0_{Me}$) vs she de metales en soluciones acuosas a 25°C	348
A 4.2 Posición de algunos metales conforme su tendencia a corrosión, basada al valor del potencial estándar ($E_p^0_{Me}$) vs she a 25°C	349
Anexo 5. Potencial estándar ($E_p^0_{Me}$) vs she de reacciones catódicas de procesos	

de corrosión de metales a 25°C	351
Anexo 6. iso, ast, nace: Normas en el área de corrosión	355
iso standars: Corrosión	355
astm standars: Corrosión	358
Cathodic protection (soils): astm, nace practice	360
nace recommended practices	360
Anexo 7. Algunos pensamientos célebres de Albert Einstein	361
Anexo 8. Grandes científicos de la corrosión	367
Ulick Richardson Evan (1889-1980)	367
Marcel Pourbaix (1904-1998)	368
Herbert H. Uhlig (1907-1993)	369
Carl Wagner (1901-1977)	370
Anexo 9. Biografía de los autores	373
Lucien Veleva Muleshkova	373
Raicho Raichev	374
Benjamín Valdez Salas	375
Bibliografía	377