
Inhaltsverzeichnis

1	Wirtschaftliche und Technische Bedeutung der Korrosion . . .	1
1.1	Kosten der Korrosionsschäden	2
1.2	Sekundärkosten von Korrosionsschäden	3
	Produktionsverlust	4
	Effizienzverlust	4
	Kontamination (Verunreinigung) von Produkten	4
	Erhöhte Materialkosten durch Korrosionsverschleiß	4
	Verluste aus indirekten Folgen der Korrosion	5
1.3	Schadensformen und Gefährdungspotential	5
1.4	Schadensverhütung als volkswirtschaftliche Aufgabe	6
	<i>Literatur zu Kapitel 1</i>	8
2	Grundlagen der Korrosion	10
2.1	Grundbegriffe	10
	Korrosionsarten ohne mechanische Beanspruchung	15
	Korrosionsarten bei zusätzlicher mechanischer Beanspruchung	17
	Korrosionserscheinungen	19
2.2	Thermodynamik und Kinetik elektrochemischer Korrosion	20
2.2.1	Elektrolytische Korrosion, Überspannung, Mischelektrode	20
2.2.2	Korrosionsstrom und Polarisation (Stromdichte-Potentialkurven)	27
2.2.3	Bestimmung der Korrosionsgeschwindigkeit (Tafel-Gerade, Stern-Geary-Gleichung)	30
2.2.4	Wasserstoffüberspannung und Säurekorrosion	34
2.2.5	Sauerstoffüberspannung und Sauerstoffkorrosion	37
2.2.6	Einfluß von Deckschichten	41
	Besondere Merksätze der elektrochemischen Korrosion	45
	<i>Literatur zu Kapitel 2</i>	46
3	Korrosionsarten und -formen in wäßrigen Medien	47
3.1	Korrosionsarten ohne mechanische Beanspruchung	47
3.1.1	Gleichmäßige und ungleichmäßige Flächenkorrosion	47

	Un- und niedriglegierte Stähle	48
	Schutzmaßnahmen	65
	Hochlegierte nichtrostende Stähle	66
	Nickel und Nickellegierungen	76
	Kupfer und Kupferlegierungen	86
	Korrosionsschutzmaßnahmen	91
	Aluminium und Aluminiumlegierungen	91
	Korrosionsschutzmaßnahmen	96
	Bleiwerkstoffe	97
	Anwendungsbereich von Bleiwerkstoffen	105
	Zink und Zinklegierungen	105
	Zinn und Zinnlegierungen	106
	Refraktäre Metalle	109
	Sondermetalle der IV. Nebengruppe: Ti, Zr, Hf	109
	Sondermetalle der V. Nebengruppe: Nb, Ta	114
	Wirtschaftliche Betrachtung	117
	<i>Literatur zu 3.1.1</i>	117
3.1.2	Lochkorrosion	119
	Lochkorrosion nichtrostender Stähle	121
	Lochkorrosion an Al-Werkstoffen	131
	Korrosionsverhalten geschweißter Al-Legierungen	134
	Lochkorrosion an Kupferwerkstoffen	136
	Lochfraß unter Ablagerungen	138
	<i>Literatur zu 3.1.2</i>	139
3.1.3	Selektive Korrosion	140
	Selektive Korrosion an Eisenwerkstoffen	141
	Selektive Korrosion an Kupferwerkstoffen	148
	Abhilfemaßnahmen	150
	Typische Schadensfälle	150
	Schadensabhilfe	151
	<i>Literatur zu 3.1.3</i>	152
3.1.4	Interkristalline Korrosion	152
	Austenitische Chrom-Nickel-Stähle	154
	Ferritische Chromstähle	170
	NiMo- und NiMoCr-Legierungen	173
	Interkristalline Korrosion von Titan	176
	Aluminiumwerkstoffe	178
	<i>Literatur zu 3.1.4</i>	180
3.1.5	Kontaktkorrosion	180
	Kontaktkorrosion nichtrostender Stähle in Kombination mit anderen Metallen	186
	Vermeidung von Kontaktkorrosion	191
	<i>Literatur zu 3.1.5</i>	191
3.1.6	Spaltkorrosion	192
	<i>Literatur zu 3.1.6</i>	200
3.1.7	Filigrankorrosion (Filiformkorrosion)	200

Schichtkorrosion	205
<i>Literatur zu 3.1.7</i>	207
3.1.8 Mikrobiologisch induzierte Korrosion (MIC)	208
Einleitung und Problemstellung	208
Mikroorganismen und Biofilmbildung	208
Allgemeine Korrosionsaspekte	211
Untersuchungsmethoden	213
Korrosionsschutz unter besonderer Berücksichtigung der mikrobiellen Korrosion	213
Schäden durch Mikroorganismen in Kühlkreisläufen	215
Schadensbeispiele an Stählen	217
Mikrobiologisch induzierte Korrosion an Kupferrohren	220
<i>Literatur zu 3.1.8</i>	222
3.1.9 Korrosion in Böden	223
Grauguß, duktiles Gußeisen	226
Aluminiumwerkstoffe	226
Kupferwerkstoffe	227
Sonstige Nicht Eisenwerkstoffe	228
<i>Literatur zu 3.1.9</i>	228
3.1.10 Korrosion in organischen Medien	
Halogenierte Kohlenwasserstoffe (HKW)	229
Problemstellung	229
Werkstoffverhalten	229
Unlegierte Stähle	230
Nichtrostende Stähle	230
Aluminium und Aluminiumlegierungen	231
Kupfer und Kupferlegierungen	232
Hydrolyse der Halogenkohlenwasserstoffe	232
Korrosionsmechanismen	234
Schlußfolgerung	235
Schadensbeispiele	236
Alkohole	239
Kupfer, Zink	240
Un- und niedriglegierte Stähle	243
Korrosionsverhalten in Alternativkraftstoffen	245
Schlußfolgerungen	247
<i>Literatur zu 3.1.10</i>	248
3.1.11 Strömungsabhängige Korrosion	249
<i>Literatur zu 3.1.11</i>	256
4 Korrosionsarten mit mechanischer Beanspruchung	257
4.1 Erosionskorrosion, Kavitationskorrosion, Reibkorrosion	258
4.1.1 Erosionskorrosion	258
Erosionskorrosion an Kupferwerkstoffen	265
Erosionskorrosion an Kupferwerkstoffen in der Meerestechnik	268

	Schadensfallbeispiele	273
	Schutzmaßnahmen	273
	<i>Literatur zu 4.1.1</i>	274
4.1.2	Kavitationskorrosion	275
	<i>Literatur zu 4.1.2</i>	279
4.1.3	Reibkorrosion	279
	<i>Literatur zu 4.1.3</i>	284
4.2	Spannungsrißkorrosion (SpRK)	285
4.2.1	Allgemeines	285
4.2.2	Dehnungsinduzierte SpRK	291
4.2.3	Spannungsrißkorrosion un- und niedriglegierter Stähle	297
	SpRK in Nitrat-haltigen Lösungen	297
	SpRK in Alkalien	305
	<i>Literatur zu 4.2.1, 4.2.2 und 4.2.3 (Nitrate und Alkalien)</i>	308
	SpRK in Carbonat-Bicarbonatlösungen	309
	<i>Literatur SpRK in Carbonat-Bicarbonatlösungen</i>	314
	SpRK in flüssigem Ammoniak	314
	<i>Literatur SpRK in flüssigem Ammoniak</i>	321
	SpRK in CO/CO ₂ /H ₂ O-Gemischen	321
	<i>Literatur zu SpRK in CO/CO₂/H₂O-Gemischen</i>	328
	SpRK im System CO ₂ /H ₂ O	328
	<i>Literatur zu SpRK im System CO₂/H₂O</i>	333
	SpRK in Ammoniumsalzgemischen schwacher Säuren (H ₂ S, CO ₂ , HCN)	333
	<i>Literatur zu SpRK in Ammoniumsalzgemischen schwacher Säuren</i>	335
	SpRK in Rohmethanol	335
	<i>Literatur zu SpRK in Rohmethanol</i>	337
	Dehnungsinduzierte SpRK in Wässern	337
	Werkstoff- und mediumseitige Einflußgrößen	344
	Untersuchungsmethoden	348
	<i>Literatur zu Dehnungsinduzierte SpRK in Wässern</i>	349
4.2.4	Spannungsrißkorrosion nichtrostender Chrom-Nickel-Stähle und Nickellegierungen	349
	CrNi-Stähle in Chloridlösungen	350
	CrNi-Stähle in Alkalilaugen	370
	SpRK von Nickelbasis-Legierungen in reinem Hochtemperaturwasser	377
	SpRK kupferhaltiger nichtrostender Austenitstähle in Schwefelsäure	378
	<i>Literatur zu SpRK nichtrostender CrNi-Stähle und Nickellegierungen</i>	381
	SpRK an austenitischem Gußeisen	381
	<i>Literatur zu SpRK an austenitischem Gußeisen</i>	388
	Spannungsrißkorrosionsverhalten martensitischer CrNi-Stähle	388
	Spannungsrißkorrosionsverhalten ferritisch-austenitischer CrNi-Stähle	392

	<i>Literatur zu SpRK martensitischer CrNi-Stähle und ferritisch-austenitischer CrNi-Stähle</i>	395
4.2.5	Spannungsrißkorrosion von Kupferwerkstoffen	396
	Einfluß der Werkstoffzusammensetzung	396
	Einfluß der Art der mechanischen Beanspruchung	403
	Einfluß des Elektrodenpotentials	403
	Interkristallines und transkristallines Bruchverhalten	405
	Einfluß des Angriffsmediums	406
	Mechanismus der Rißentstehung und Rißausbreitung	409
	Typische Schadenfälle	413
	Abhilfemaßnahmen	416
	<i>Literatur zu 4.2.5</i>	417
4.2.6	Spannungsrißkorrosion der Aluminiumwerkstoffe	417
	Spannungsrißkorrosionsverhalten aushärtbarer Aluminiumwerkstoffe	418
	Spannungsrißkorrosions-Prüfverfahren	419
	Einfluß des Elektrodenpotentials	424
	Gezielte Untersuchungen zum Mechanismus der Spannungsrißkorrosion	426
	Mechanismus der Spannungsrißkorrosion	428
	SpRK-beständige Al-Werkstoffe	429
	Schutzmaßnahmen	430
	<i>Literatur zu 4.2.6</i>	430
4.2.7	Spannungsrißkorrosion der Titanwerkstoffe	430
	Spannungsrißkorrosion von Titan technischer Reinheit in Halogenid-haltigem Alkohol	431
	Spannungsrißkorrosion von Ti-Legierungen in chloridhaltigem Methanol	432
	Spannungsrißkorrosion von Ti-Legierungen in wäßrigen Halogenid-Lösungen	434
	Morphologie des Bruches	437
	CERT-Versuche	437
	Mechanismus des SpRK in wäßrigen Lösungen	440
	<i>Literatur zu 4.2.7</i>	441
4.2.8	Spannungsrißkorrosion in Metallschmelzen	442
	<i>Literatur zu 4.2.8</i>	445
4.3	Schwingungsrißkorrosion (SwRK), Korrosionsermüdung	445
	Schädigungsmechanismen bei Schwingungsrißkorrosion	446
	Schwingungsrißkorrosion im aktiven Zustand	447
	Schwingungsrißkorrosion im passiven Zustand	448
	Prüfverfahren und Ergebnisse	452
	Schadensfälle und Abhilfemaßnahmen	466
	Schutzmaßnahmen	471
	Zusammenfassung	473
	<i>Literatur zu 4.3</i>	474

5	Wasserstoffbedingte Schäden an metallischen Werkstoffen . . .	476
5.1	Allgemeines	476
5.1.1	Wasserstoff in metallischen Werkstoffen	477
	Wasserstoffverhalten im Metallgitter	484
	<i>Literatur zu 5.1</i>	488
5.2	Chemische Druckwasserstoffschädigung	488
	<i>Literatur zu 5.2</i>	495
5.3	Werkstoffschäden durch elektrochemisch entwickelten Wasserstoff	496
	<i>Literatur zu 5.3</i>	510
5.4	Werkstoffschäden durch Druckwasserstoff bei RT	510
	Rißfortpflanzungsgeschwindigkeit unter Wasserstoffeinfluß . .	514
	Gefügeeinfluß	518
	Temperatureinfluß	518
	Einfluß des Wasserstoffdruckes	520
	Einfluß der Zusammensetzung des Wasserstoffgases	520
	Statische mechanische Beanspruchung	521
	Schutzmaßnahmen	526
	<i>Literatur zu 5.4</i>	526
5.5	Hydridversprödung refraktärer Metalle	527
	<i>Literatur zu 5.5</i>	535
 6	 Spezielle Korrosionssysteme und Schadensformen	 536
	Fremdstromkorrosion	536
	Rißbildung an Graugußteilen durch Einwirkung von Oleum . .	537
	Korrosionsgefährdung von Nickellegierungen durch Einwirkung Schwefel- und Sauerstoff-haltiger Glühgase	537
	Korrosion an Metalloberflächen mit Wärmedurchgang	539
	Korrosion durch Abgaskondensat (Taupunktkorrosion)	540
	Fertigungsfehler und Korrosion	544
	<i>Literatur zu Kapitel 6</i>	545
 	 Anhang/Farbabbildungen	 547
 	 Stichwortverzeichnis	 573

Korrosionsschadenkunde

Wendler-Kalsch, E.; Gräfen, H.

1998, XII, 602 S. 451 Abb., 50 Abb. in Farbe., Hardcover

ISBN: 978-3-642-30430-9