

## สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 ทฤษฎีการกักความร้อน	112
1.1 บทนำ	1
1.2 การถูกลูกละลายจากสินแร่	3
1.3 เซลล์การกักความร้อน	3
1.4 ปฏิกริยารีดอกซ์	4
1.5 ปฏิกริยาการกักความร้อน	5
1.6 เทอร์โมไดนามิกส์ของการกักความร้อน	7
1.7 ไดอะแกรมของโพลแบ็ก	10
1.8 ทฤษฎีเคมีไฟฟ้าของการกักความร้อน	15
1.8.1 ความหนาแน่นของกระแสแลกเปลี่ยน	16
1.8.2 โพลลาไรเซชันเนื่องจากพลังงานกระตุ้น	17
1.8.3 โพลลาไรเซชันเนื่องจากความเข้มข้น	19
1.8.4 โพลลาไรเซชันเนื่องจากความต้านทาน	21
1.8.5 ไดอะแกรมโพลลาไรเซชันหรือเส้นโค้งโพลลาไรเซชัน	22
1.8.6 ปฏิกริยารีดอกซ์สองปฏิกริยา	23
1.8.7 กรณีแอโนดและแคโทดแยกจากกัน	24
1.8.8 แอโนดที่เกิดพาสซีเวชัน	24
1.9 แบบฝึกหัดบทที่ 1	26
บทที่ 2 ประเภทของการกักความร้อน	132
2.1 ประเภทของการกักความร้อน	29
2.1.1 การกักความร้อนแบบทั่วผิวหน้า	30
2.1.2 การกักความร้อนแบบกัลวานิก	40
2.1.3 การกักความร้อนโดยออกซิเจน	44
2.1.4 การกักความร้อนตามขอบเกรน	52
2.1.5 การกักความร้อนแบบละลายบางส่วน	54
2.1.6 การกักความร้อนแบบกัดเซาะ	57
2.1.7 การกักความร้อนอันเนื่องมาจากไฮโดรเจน	58
2.1.8 การกักความร้อนอันเนื่องมาจากความเค้น	60
2.1.9 ผลรวมของแรงเชิงกลและการกักความร้อนทางเคมี	62
2.1.10 การกักความร้อนทางชีวภาพ	63

## สารบัญ(ต่อ)

		หน้า
	2.2 น้ำในบทบาทของสิ่งแวดล้อมที่มีฤทธิ์กัดกร่อน	65
	2.2.1 ผลของออกซิเจนและ pH	66
	2.2.2 ผลของอ็อกไซด์คลอไรด์	67
	2.2.3 การเคลื่อนที่ของอิเล็กโทรไลต์และการกัดกร่อน	67
	2.3 การทดลองของคอปสัน	68
	2.4 ดัชนีแลงเกลียร์	68
	2.5 การสร้างฟิล์มปกป้องผิวโลหะและการป้องกันการกัดกร่อน	70
	2.5.1 แอนโอดิกพาสซิเวชัน	71
	2.5.2 การคำนวณทางเทอร์โมไดนามิกส์	73
	2.5.3 พาสซิเวชันในคลอไรด์หลอมเหลว	75
	2.5.4 การป้องกันการกัดกร่อนแบบแอนโอดิก	76
	2.5.5 เหล็กกล้าไร้สนิม	78
	2.5.6 สารหน่วงการกัดกร่อนที่ช่วยให้เกิดพาสซิเวชัน	84
	2.5.7 สารหน่วงประเภทอื่นๆ	88
	2.6 แบบฝึกหัดบทที่ 2	90
บทที่ 3	เคมีไฟฟ้าของการกัดกร่อนแบบแคโทดิก	
	3.1 บทนำ	96
	3.2 หลักการป้องกันการกัดกร่อนแบบแคโทดิก	97
	3.2.1 หลักการทั่วไป	97
	3.2.2 หลักการป้องกันการกัดกร่อนแบบแคโทดิกจากไดอะแกรมโพแทสเซียม	97
	3.2.3 หลักการป้องกันการกัดกร่อนแบบแคโทดิกจากไดอะแกรม E-log  i	99
	3.3 บรรทัดฐานในการป้องกันการกัดกร่อนแบบแคโทดิก	103
	3.3.1 กล่าวนำ	103
	3.3.2 บรรทัดฐานจากค่าศักย์ไฟฟ้า	104
	3.3.3 บรรทัดฐานจากการเคลื่อนศักย์ไฟฟ้า	106
	3.3.4 บรรทัดฐานโดยการทำให้โพลาไรเซชันไปที่ 100 มิลลิโวลต์	107
	3.3.5 บรรทัดฐานจากการเปลี่ยนศักย์ไฟฟ้า	107
	3.4 ปริมาณกระแสที่ต้องการ	109
	3.4.1 กล่าวนำ	109
	3.4.2 ขนาดของความหนาแน่นกระแสที่ใช้ป้องกันการกัดกร่อนแบบแคโทดิก	111

## สารบัญ (ต่อ)

			หน้า
	3.4.3	การหาปริมาณกระแสที่ต้องใช้	112
	3.4.4	การป้องกันการกักตกร่อนที่ศักย์ไฟฟ้าคงที่	112
	3.4.5	การหาความต้านทานจำเพาะของดิน	113
	3.5	แวนดิ่งเวก	115
	3.5.1	ระบบกัลวานิก	115
	3.5.2	แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เป็นประโยชน์	116
	3.5.3	แวนดิ่งเวกกับไดอะแกรม E-log I	117
	3.5.4	ปริมาณพลังงานจากแวนดิ่งและประสิทธิภาพ	119
	3.5.5	การคำนวณอายุการใช้งานของแวนดิ่ง	121
	3.5.6	การคำนวณจำนวนแวนดิ่งที่ต้องใช้	122
	3.5.7	ตัวอย่างการป้องกันการกักตกร่อนแบบแคโทดิกด้วยแวนดิ่ง	123
	3.6	ระบบการป้องกันกระแสไฟฟ้า	124
	3.6.1	หลักการ	124
	3.6.2	แวนดิ่ง	125
	3.6.3	ตัวอย่างการป้องกันการกักตกร่อนแบบแคโทดิกโดยใช้ระบบการป้องกันกระแสไฟฟ้า	127
	3.7	แบบฝึกหัดบทที่ 3	129
บทที่ 4		การกักตกร่อนที่อุณหภูมิสูง	129
	4.1	แรงผลักดัน	132
	4.2	การเปลี่ยนพลังงานและความจำเป็นที่ต้องใช้อุณหภูมิสูง	133
	4.3	ปัญหาของวัสดุที่อุณหภูมิสูง	133
	4.4	ปฏิกิริยาออกซิเดชันของโลหะ	134
	4.5	ผลของความดัน	137
	4.6	การเกิดสเกล	138
	4.7	สเกลหลายชั้น	142
	4.8	อัตราการออกซิเดชัน	143
	4.9	วิธีการศึกษาปฏิกิริยาออกซิเดชันที่อุณหภูมิสูง	143
	4.9.1	การเตรียมชิ้นงาน	143
	4.9.2	วิธีทดลอง	143
	4.9.3	การอัตราการออกซิเดชัน	144

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.10 ปฏิกริยาออกซิเดชันของอัลลอยด์	144
4.10.1 การจัดประเภทของออกซิเดชันของอัลลอยด์	144
4.10.2 ออกไซด์ที่แตกออกจากกัน	146
4.10.3 ออกไซด์ที่ระเหยได้	147
4.10.4 ออกไซด์เหลว	147
4.11 การกัดกร่อนของโลหะเหลวและเกลือหลอมเหลว	148
4.12 ตัวอย่างการกัดกร่อนที่อุณหภูมิสูง	148
4.13 แบบฝึกหัดบทที่ 3	150
บทที่ 5 การเคลือบผิว	73
5.1 บทนำ	152
5.2 การเลือกใช้วิธีการปรับสภาพ/เคลือบผิว	153
5.3 ไนโตรเจนในโลหะ	154
5.3.1 การแพร่โดยวิธีการเคมี/ความร้อน	154
5.3.2 การฝังอออน	154
5.3.3 การฝังอออนของไนโตรเจนในอัลลอยด์ของอะลูมิเนียมที่อุณหภูมิต่ำ	155
5.4 การยิงผิวด้วยโลหะผสม	156
5.5 การเคลือบผิวด้วยไอโดยวิธีการทางกายภาพและวิธีการทางเคมี	157
5.5.1 ลักษณะสำคัญของการเคลือบแบบนี้	158
5.5.2 กระบวนการ PVD	158
5.5.3 การเคลือบด้วยอออน	160
5.5.4 การเคลือบด้วยอออนแบบรีแอคทีฟ	160
5.5.5 ตัวอย่างการใช้เทคนิค PVD สำหรับการป้องกันผิวอะลูมิเนียม	160
5.5.6 ปฏิกริยา CVD	160
5.5.7 การเคลือบผิวเพื่อต้านทานการสึกหรอสำหรับใช้ทำเป็นเครื่องตัด	161
5.6 การทำผิวให้แข็งด้วยเลเซอร์	162
5.6.1 การทำให้แข็งโดยเทคนิคการเลื่อนตำแหน่งเลเซอร์	162
5.6.2 การหลอมผิวหน้าโลหะด้วยเลเซอร์	163
5.6.3 การหลอมด้วยเลเซอร์และการยิงอนุภาค	163
5.6.4 การปะผิวด้วยเลเซอร์	163
5.6.5 การใช้เลเซอร์ทำให้เกิดอัลลอยด์	164

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5.7 งานเชื่อมที่ผิวหน้าและการทำผิวแข็ง	164
5.7.1 ชนิดของวัสดุที่ใช้ในงานเชื่อม	164
5.7.2 ผลทางโลหะวิทยาต่อผิวเชื่อม	165
5.8 กระบวนการทำสเปรย์ด้วยการให้ความร้อน	167
5.8.1 หลักการพื้นฐานของวิธีสเปรย์ด้วยความร้อน	167
5.8.2 ชนิดของกระบวนการสเปรย์ด้วยความร้อน	169
5.8.3 การเปรียบเทียบการเคลือบผิวด้วยวิธีสเปรย์	172
5.8.4 ข้อควรพิจารณาในด้านการออกแบบสำหรับการสเปรย์ด้วยความร้อน	173
5.8.5 การพิจารณาเชิงปฏิบัติ	173
5.9 การชุบเคลือบด้วยไฟฟ้า	174
5.9.1 หลักการ	174
5.9.2 การชุบแบบไม่ใช้ไฟฟ้า	176
5.9.3 งานชุบและการออกแบบ	176
5.10 การเคลือบพลาสติก	177
5.10.1 วัสดุเคลือบ	178
5.10.2 กระบวนการที่ใช้เคลือบพลาสติก	178
บทที่ 6 การเลือกใช้วัสดุ	
6.1 บทนำ	179
6.2 สิ่งจำเป็นสำหรับผู้ออกแบบและลักษณะของข้อมูลที่ต้องการ	179
6.3 ยุทธศาสตร์ในการเลือก	182
6.3.1 การค้นคว้าว่างอิสระโดยอาศัยการวิเคราะห์เชิงปริมาณ	183
6.3.2 ยุทธศาสตร์แบบสอบถามบนพื้นฐานของความเชี่ยวชาญ	189
6.3.3 การใช้หลักเหตุผลและการเปรียบเทียบ	199
บรรณานุกรม	201

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE  
สำนักหอสมุดฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



1110003251

# การกัดกร่อนและการเลือกใช้วัสดุ

## CORROSION AND MATERIAL SELECTION

620.11

เลขหมู่ 6217  
2551  
เลขทะเบียน 15444  
วันที่ 2 0/ ส. 0/ 2551  
96592

ด้วยอำนาจหน้าที่

ศาสตราจารย์ ดร. ธีรพงศ์ พงษ์วิวัฒน์

18 ส. 0. 2551

ผศ.ดร.ธีรพงศ์ พงษ์วิวัฒน์

ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ