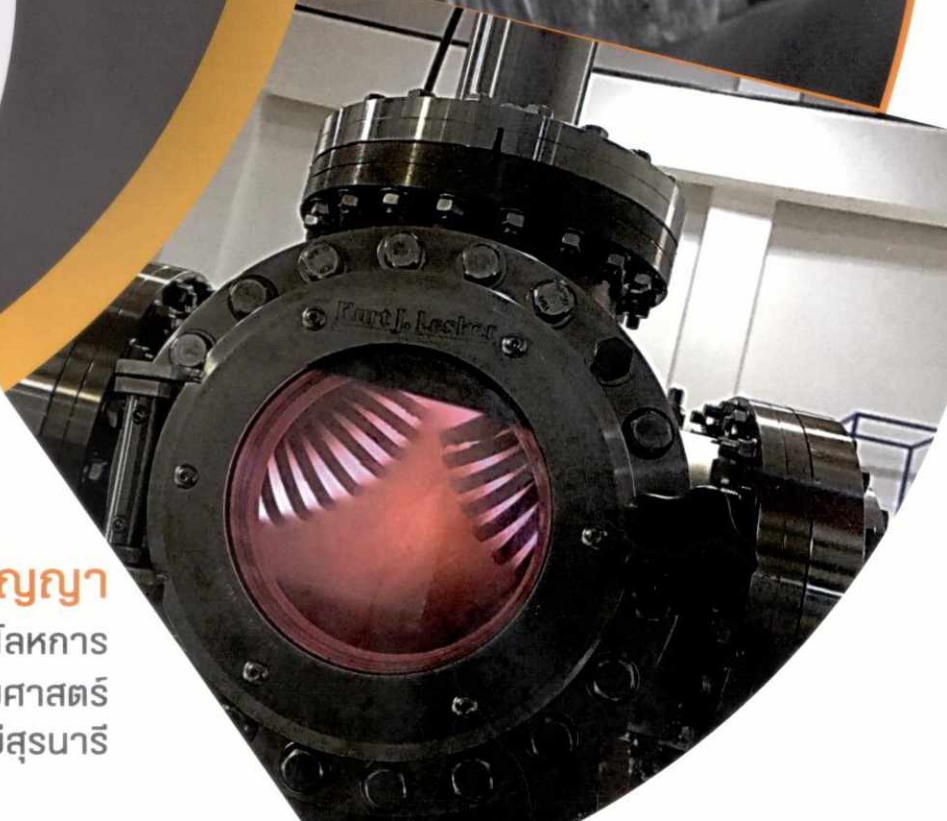
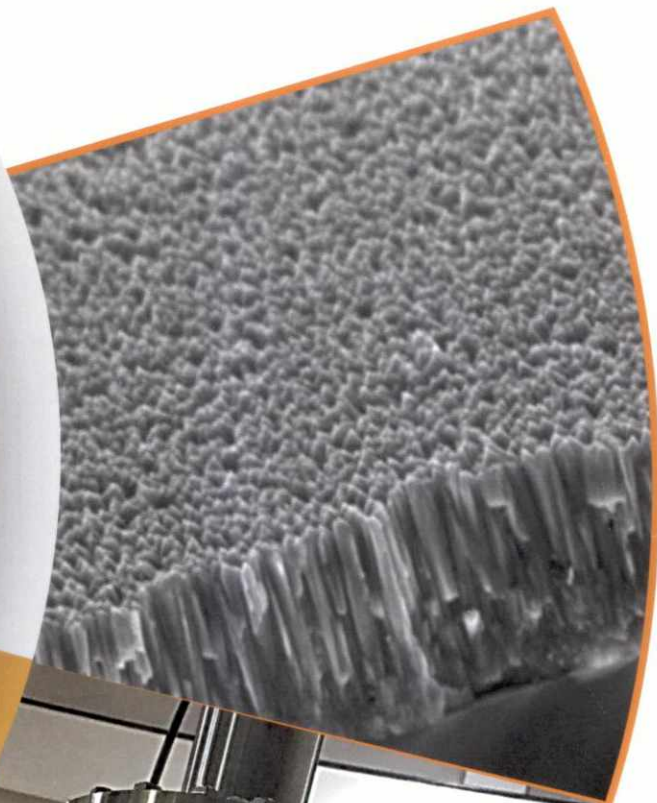


เทคโนโลยีพื้นผิว

Surface Technology



พรวสา วงศ์ปัญญา

สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

คำนำ	ก
สัญลักษณ์	ค
สารบัญ	ช
บทที่ 1 ความสำคัญของเทคโนโลยีพื้นผิว	1
1.1 บทนำ	1
1.2 การเสื่อมของชิ้นส่วนวิศวกรรม	1
1.2.1 การสึกหรอ	3
1.2.2 การกัดกร่อน	9
1.3 ประเภทของเทคโนโลยีพื้นผิว	15
1.4 ตัวอย่าง	21
1.4.1 การปรับปรุงความต้านทานการกัดกร่อนของเหล็กกล้าไร้สนิม 316L ด้วยชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชรเจือไททาเนียมในสารละลายจำลองของเหลวในร่างกายผสมยาต้านเกล็ดเลือด	21
1.4.2 การปรับปรุงการยึดติดและการต้านทานการกัดกร่อนของชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชรเจืออะลูมิเนียมและไนโตรเจน	32
1.5 บทสรุป	42
1.6 แบบฝึกหัดบทที่ 1	42
บรรณานุกรม	43
บทที่ 2 การทดสอบการสึกหรอและการทดสอบการกัดกร่อน	49
2.1 บทนำ	49
2.2 การทดสอบการสึกหรอ	49
2.3 การทดสอบการกัดกร่อน	56
2.4 ตัวอย่าง	61
2.4.1 พฤติกรรมการกัดกร่อนแบบกัดเซาะของเหล็กกล้า 1045 และ J55 ในน้ำมันดิบ	61
2.4.2 พฤติกรรมการสึกหรอของจานเบรกเหล็กหล่อสีเทาที่พอกผิวแข็งด้วยเลเซอร์	68
2.5 บทสรุป	72
2.6 แบบฝึกหัดบทที่ 2	72
บรรณานุกรม	73
บทที่ 3 การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า	77
3.1 บทนำ	77
3.2 หลักการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า	77
3.3 ข้อควรพิจารณาจากหลักทางเคมีไฟฟ้า	79
3.3.1 กฎการแยกสลายด้วยไฟฟ้าของฟาราเดย์	79
3.3.2 ประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้า	82
3.3.3 ศักย์ขั้วไฟฟ้า	84
3.4 การเตรียมผิว	92
3.5 ตัวอย่าง	93

3.5.1	ผลของศักย์ในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าต่อความหนาและสมบัติการกัดกร่อนของชั้นเคลือบทองแดง	93
3.5.2	พฤติกรรมของการเกิดออกซิเดชันของเหล็กกล้าไร้สนิมเฟอร์ริกที่เคลือบผิวด้วยนิกเกิล-โครเมียม	99
3.6	บทสรุป	103
3.7	แบบฝึกหัดบทที่ 3	104
	บรรณานุกรม	105
บทที่ 4	การชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน	107
4.1	บทนำ	107
4.2	หลักการและโครงสร้างชั้นเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อน	107
4.3	ชนิดชั้นเคลือบชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน	109
4.4	กระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน	113
4.5	ตัวอย่าง	118
4.5.1	การกัดกร่อนของเหล็กเคลือบโลหะผสมสังกะสี-อะลูมิเนียมในสภาพแวดล้อมคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ	118
4.5.2	การกัดกร่อนในบรรยากาศของชั้นเคลือบแลกฟานบนเหล็กในสภาพแวดล้อมคลอไรด์เข้มข้น	127
4.6	บทสรุป	136
4.7	แบบฝึกหัดบทที่ 4	136
	บรรณานุกรม	136
บทที่ 5	การชุบฟอสเฟต	141
5.1	บทนำ	141
5.2	โครงสร้างและหน้าที่ของชั้นเคลือบฟอสเฟต	141
5.3	ชนิดและการเกิดชั้นเคลือบฟอสเฟต	144
5.4	กระบวนการชุบฟอสเฟต	149
5.5	ตัวอย่าง	151
5.5.1	ฟอสเฟตของเหล็กกล้าในสารละลายที่มีสังกะสีและแมงกานีส-สังกะสีฟอสเฟต	151
5.5.2	ผลของววนเดียมต่อความสามารถในการเกิดฟอสเฟตบนเหล็กแผ่นรีดร้อน	156
5.6	บทสรุป	164
5.7	แบบฝึกหัดบทที่ 5	164
	บรรณานุกรม	165
บทที่ 6	การเคลือบด้วยไอทางกายภาพ	167
6.1	บทนำ	167
6.2	ประเภทของชั้นเคลือบด้วยไอทางกายภาพ	168
6.2.1	จากการระเหย	168
6.2.2	จากการสปัตเตอริง	172
6.2.3	จากการฝังไอออน	174
6.2.4	จากการอาร์ก	175
6.3	ข้อควรพิจารณาเกี่ยวกับชั้นเคลือบด้วยไอทางกายภาพ	176

6.4	ขั้นตอนการเกิดชั้นเคลือบด้วยไอทางกายภาพ	178
6.5	ตัวอย่าง	183
6.5.1	การสึกหรอและการต้านทานออกซิเดชันของทั้งสแตนคาร์ไบด์-โคบอลต์เกรด K10 ที่เคลือบผิวด้วยชั้นเคลือบไอทางกายภาพ	183
6.5.2	ความต้านทานการกัดกร่อนของเหล็กกล้า AISI 4140 ที่เคลือบผิวด้วยชั้นเคลือบไอทางกายภาพ	191
6.6	บทสรุป	197
6.7	แบบฝึกหัดบทที่ 6	197
	บรรณานุกรม	198
บทที่ 7	การเคลือบด้วยไอทางเคมี	201
7.1	บทนำ	201
7.2	หลักการสร้างชั้นเคลือบด้วยไอทางเคมี	201
7.3	เทอร์โมไดนามิกส์และจลนพลศาสตร์ของการเคลือบด้วยไอทางเคมี	209
7.3.1	เทอร์โมไดนามิกส์ของการเคลือบด้วยไอทางเคมี	209
7.3.2	จลนพลศาสตร์ของการเคลือบด้วยไอทางเคมี	213
7.4	กระบวนการสร้างชั้นเคลือบด้วยไอทางเคมี	217
7.5	ตัวอย่าง	222
7.5.1	การกัดกร่อนของชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชร	222
7.5.2	การสร้างชั้นเคลือบ Ca-P-O ด้วยไอทางเคมี	227
7.6	บทสรุป	236
7.7	แบบฝึกหัดบทที่ 7	236
	บรรณานุกรม	236
บทที่ 8	การพ่นเคลือบด้วยความร้อน	241
8.1	บทนำ	241
8.2	หลักการพ่นเคลือบด้วยความร้อน	241
8.3	กระบวนการสร้างชั้นเคลือบ	243
8.3.1	การพ่นเคลือบด้วยเปลวไฟ	244
8.3.2	การพ่นเคลือบด้วยอาร์กไฟฟ้า	249
8.3.3	การพ่นเคลือบด้วยพลาสมา	251
8.4	กระบวนการก่อนและหลังการพ่นเคลือบด้วยความร้อน	254
8.4.1	การเตรียมผิว	254
8.4.2	การทรีตเมนต์	256
8.5	ตัวอย่าง	256
8.5.1	การป้องกันการกัดกร่อนด้วยชั้นเคลือบอะลูมิเนียมบนเหล็กจากการพ่นเคลือบด้วยความร้อน	256
8.5.2	สมบัติทางกลและสมบัติการกัดกร่อนของชั้นเคลือบเซอร์เมตที่พ่นเคลือบด้วยเปลวไฟความเร็วสูง	261
8.6	บทสรุป	273
8.7	แบบฝึกหัดบทที่ 8	273

บรรณานุกรม	273
บทที่ 9 การเคลือบด้วยคาร์บอนคล้ายเพชร	277
9.1 บทนำ.....	277
9.2 ประเภทของชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชร	277
9.3 กระบวนการสร้างชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชร	281
9.4 เทคนิคบ่งชี้โครงสร้างชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชร.....	284
9.4.1 รามานสเปกโทรสโกปี.....	284
9.4.2 เอกซ์เรย์โฟโตอิเล็กตรอนสเปกโทรสโกปี.....	288
9.4.3 สเปกโทรสโกปีชนิดโครงสร้างละเอียดของการดูดกลืนรังสีเอกซ์บริเวณใกล้เคียง.....	294
9.5 ตัวอย่าง.....	298
9.5.1 สมบัติเชิงแสงและสมบัติทางกลของชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชร	298
9.5.2 การปรับปรุงความต้านทานการกัดกร่อนของเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 316L ที่ใช้เป็นวัสดุ ข้อเข้าเทียมด้วยชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชร	303
9.6 บทสรุป	311
9.7 แบบฝึกหัดบทที่ 9.....	311
บรรณานุกรม	312
ดรรรชนี.....	319
เฉลยแบบฝึกหัด	325
บทที่ 1.....	325
บทที่ 2.....	326
บทที่ 3.....	329
บทที่ 4.....	331
บทที่ 5.....	333
บทที่ 6.....	335
บทที่ 7.....	337
บทที่ 8.....	340
บทที่ 9.....	342
ประวัติผู้เขียน	345