

# สารบัญ

กัณฑ์	หัวข้อ	หน้า
011	การป้องกันและกำจัดอะลูมิเนียมออกไซด์	ฉีกกระดาษห่อ ๑ คุ้ม
๗11	การปรับปรุงคุณสมบัติขึ้นรูปที่ง่ายและแข็งแรงของอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมผสม	๑1 คุ้ม
๘11	งานพิเศษโลหะอะลูมิเนียมผสม	ที่จะด-ฉีกกระดาษห่อ ๑1 คุ้ม
คำนำ	สารประกอบโลหะผสมทองแดง	๑๑๑
บทนำ	โลหะผสมทองแดง-สังกะสี (Brass)	๑๑๑
X บทที่ 1	โลหะอะลูมิเนียม (Tin Bronze)	๑๑ 1
บทที่ 2	โลหวิทยาของอะลูมิเนียม และอะลูมิเนียมผสม	๑๑ 9
๘๒1	โลหะผสมอะลูมิเนียม-ทองแดง (Aluminum Bronze)	๑๑ 14
๐๘1	โลหะผสมอะลูมิเนียม-ซิลิคอน	๑๑ 17
๒๘1	โลหะผสมอะลูมิเนียม-แมกนีเซียม	๑๑ 21
๘๘1	โลหะผสมอะลูมิเนียม-ทองแดง-ซิลิคอน	๑๑ 23
๐๘1	โลหะผสมอะลูมิเนียม-แมกนีเซียม-ซิลิคอน	๑๑ 24
1๑1	การอบชุบความร้อนโลหะผสมอะลูมิเนียม	๑๑ 26
บทที่ 3	โลหะแมกนีเซียม	๑๑ 33
บทที่ 4	โลหวิทยาของโลหะแมกนีเซียมและโลหะผสม	๑๑ 38
๘๘1	โลหะผสมแมกนีเซียม-อะลูมิเนียม	๑๑ 40
๐๘1	โลหะผสมแมกนีเซียม-สังกะสี	๑๑ 40
๘๘1	โลหะผสมแมกนีเซียม-ทอเรียม	๑๑ 41
๒๘1	การหลอมโลหะผสมแมกนีเซียม	๑๑ 44
บทที่ 5	โลหะไทเทเนียม	๑๑ 45
บทที่ 6	โลหวิทยาของโลหะไทเทเนียมและโลหะผสม	๑๑ 49
๒๒1	การชุบแข็งโลหะผสมไทเทเนียม	๑๑ 54
X บทที่ 7	โลหะทองแดง	๑๑ 56
๒๒1	โลหวิทยาของทองแดงและโลหะผสมทองแดง	๑๑ 67
๗๘1	ทองเหลือง (ทองแดง+สังกะสี)	๑๑ 68
๐๘1	บรอนซ์ดีบุก (ทองแดง+ดีบุก)	๑๑ ๘1
๐๗1	บรอนซ์อะลูมิเนียม (ทองแดง+อะลูมิเนียม)	๑๑ 87
๒๗1	บรอนซ์ซิลิคอน (ทองแดง+ซิลิคอน)	๑๑ 97
๐๗1	บรอนซ์แมงกานีส (ทองแดง+สังกะสี+แมงกานีส)	๑๑ 100
๗๗1	บรอนซ์ฟอสฟอรัส (ทองแดง+ดีบุก+ฟอสฟอรัส)	๑๑ 102
๗๗1	บรอนซ์เบริลเลียม	๑๑ 103
	โลหะผสมทองแดงนิกเกิล	๑๑ 106

	หน้า
✕ บทที่ 9 โลหะสังกะสี	110
บทที่ 10 โลหะวิทยาของโลหะสังกะสีและโลหะสังกะสีผสม	117
โลหะผสมสังกะสี-ตะกั่ว	119
โลหะผสมสังกะสี-แคดเมียม	119
โลหะผสมสังกะสี-ทองแดง	120
โลหะผสมสังกะสี-อะลูมิเนียม	123
โลหะผสมสังกะสี-อะลูมิเนียม-ทองแดง	126
✕ บทที่ 11 โลหะนิกเกิล	128
โลหะวิทยาของนิกเกิลและโลหะนิกเกิลผสม	130
โลหะโครเมียม	135
โลหะวิทยาของโครเมียมและโครเมียมผสม	138
โลหะโมลิบดีนัม	139
โลหะวิทยาของโมลิบดีนัมและโลหะผสม	141
โลหะวาเนเดียม	142
โลหะทังสเตน	144
โลหะโคบอลต์และโลหะผสม	148
โลหะแมงกานีสและโลหะผสม	150
✕ บทที่ 12 โลหะตะกั่ว	153
โลหะผสมตะกั่ว-พลวง	158
โลหะผสมตะกั่ว-ดีบุก	160
โลหะดีบุก	161
โลหะผสมดีบุก	164
โลหะแคดเมียม	165
โลหะพลวง	166
โลหะบิสมีท	167
บทที่ 13 โลหะแบร็ง	169
โลหะบรอนซ์แบร็ง (Bronze bearing)	170
โลหะแบร็งดีบุกหรือตะกั่ว (White-bearing metal)	172
บทที่ 14 เทคนิคการหลอมโลหะอะลูมิเนียม	176
การเลือกเตาหลอม	177
การป้องกันและกำจัดแก๊สไฮโดรเจน	177

การป้องกันและกำจัดอะลูมิเนียมออกไซด์ 179

การปรับปรุงคุณสมบัติขั้นสุดท้ายก่อนเทลงแบบหล่อ 181

งานหล่อโลหะอะลูมิเนียมผสม 182

บทที่ 15 การหลอมโลหะผสมทองแดง 193

โลหะผสมทองแดง-สังกะสี (Brass) 201

โลหะผสมทองแดง-ดีบุก (Tin Bronze) 204

แมงกานีสบรอนซ์ (Manganeses Bronze) 208

โลหะผสมทองแดง-อะลูมิเนียม (Aluminium Bronze) 212

บรรณานุกรม 218

บทนี้เขียน สังกะสี ดีบุกและอื่น ๆ ในงานวิศวกรรมและอุตสาหกรรมจะ ใช้โลหะนอกกลุ่มเหล็ก เหล็กกล้า และทองคำขาว โลหะนอกกลุ่มเหล็กที่ใช้ในงานวิศวกรรมส่วนใหญ่จะใช้ทั้งแบบเหล็ก ในกรณีนี้ โลหะนอกกลุ่มเหล็กมีความเหนือกว่าในด้านคุณสมบัติ ใช้งานทั้งนี้เพราะ โลหะนอกกลุ่มเหล็กมีราคาถูกกว่า เหล็ก คุณสมบัติที่เหนือกว่าเหล็ก จะพิจารณาหลาย ๆ ประเด็นที่สำคัญคือ

1. ง่ายต่อการผลิตชิ้นส่วนโลหะ หมายถึงการหล่อ (casting) การขึ้นรูปด้วยการรีด การตีขึ้นรูป การเชื่อม และการตกแต่งด้วยการกัด กลึงและเจาะ จะเห็นว่าโลหะนอกกลุ่มเหล็กส่วนใหญ่มี จุดหลอมเหลวต่ำ มีคุณสมบัติการไหลภายในแบบหล่อสูง (High fluidity) สามารถที่จะหล่อ ได้ในแบบทราย และหล่อโลหะ ในลักษณะการฉีดเข้าแบบหล่อ (Die casting) จากคุณสมบัติของโลหะนอกกลุ่มเหล็ก malleable and Ductile) สามารถขึ้นรูปได้ทั้งร้อนและเย็น และใช้กรรมวิธีขึ้นรูปได้หลายลักษณะ อย่างกว้างขวาง

2. คุณสมบัติด้านทนต่อการกัดกร่อน โลหะนอกกลุ่มเหล็กหลายชนิดมีคุณสมบัติด้านทนต่อการกัดกร่อนได้ดีกว่าเหล็กทั้งในบรรยากาศทั่วไปที่มี ความชื้น และในสภาวะที่เป็นกรดหรือด่าง

3. สภาพที่เป็นตัวนำทั้งไฟฟ้าและความร้อน โลหะนอกกลุ่มเหล็กจะมีทั้งที่เป็นตัวนำดีและ เป็นฉนวนในกลุ่ม ดังเช่นทองแดงจัดเป็นโลหะ ตัวนำไฟฟ้าที่ดีใช้ทำสายไฟฟ้า แต่โลหะหนักเกือบทั้งหมด เป็นโลหะ ที่เป็นตัวนำไฟฟ้าไม่ดี ใช้ทำเป็นตัวต้านทานไฟฟ้า (Electrical resistor)

4. น้ำหนักหรือความแข็งแรงเฉพาะ โลหะนอกกลุ่มเหล็กหลายประเภทที่มีน้ำหนักเบากว่าเหล็ก หลายชนิด เช่น อะลูมิเนียม แมกนีเซียม และไทเทเนียม ความได้เปรียบในด้านน้ำหนักจะเป็นประเด็นซึ่งมี จังหวะการเพื่อนำเอาโลหะเหล่านี้มาพัฒนา ใช้ ในกรณีที่ต้องการชิ้นส่วนโลหะที่มีน้ำหนักเบา

5. ความสวยงามของสีผิว เป็นปัจจัยหนึ่งที่จะนำเอาโลหะนอกกลุ่มเหล็กที่ ให้สีและความมันเงา ของผิวมาใช้ในงานในด้านการตกแต่งและงานสถาปัตยกรรม

# โลหะนอกกลุ่มเหล็ก

มนัส สติวจินดา

673

เลขที่	๘ 231
	๑๕๖๑
เลขทะเบียน	๗505
วันที่	๑ / มี.ค. / ๒๕๓๗.



สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2536

ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ