

Powder Metallurgy Handbook

คู่มือโลหะผงวิทยา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สารัมภ์ บุญมี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ห้องสมุดพระนครเหนือ



501031912

กระบวนการขึ้นรูปชิ้นส่วนโลหะแห่งอนาคต
สำหรับการผลิตจำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว
ด้วยต้นทุนต่อหน่วยที่ต่ำที่สุด

คำนำ

ผงโลหะมีพฤติกรรมการไหลตัวได้คล้ายกับของเหลวทำให้สามารถขึ้นรูปเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้โดยอาศัยแรงทางกล ดังนั้นผงจึงมีประโยชน์ในการขึ้นรูปวัสดุต่าง ๆ ตั้งแต่ชิ้นส่วนยานยนต์ไปจนถึงตัวกรองอุตสาหกรรมกรรมวิธีการขึ้นรูปทั่วไปได้แก่ Axial Die Pressing, Slip Casting, Roll Compaction, Isostatic Pressing, Injection Molding เป็นต้น เมื่อผงโลหะถูกอัดขึ้นรูปแล้วจะยังคงมีความแข็งแรงต่ำ ทำให้ต้องเพิ่มความแข็งแรงขึ้นด้วยการเผาผนึก หรือที่เรียกว่า "Sintering" การเผาผนึกจะทำให้ผงโลหะเชื่อมตอสรางพันธะกันและกันจนมีความแข็งแรงมากขึ้น

เทคโนโลยีโลหะผงเริ่มมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรม เนื่องจากการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในปัจจุบันมีปริมาณการผลิตมากขึ้น เทคโนโลยีโลหะผงจะได้เปรียบในการผลิตชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กและต้องการความแม่นยำทางด้านมิติ รวมไปถึงชิ้นส่วนที่ผลิตด้วยกรรมวิธีดั้งเดิมได้ยาก เช่น ทังสเตนที่มีจุดหลอมตัวสูงและมีความเหนียวต่ำ ทำให้หล่อหลอมและขึ้นรูปด้วยแรงทางกลได้ยาก

โลหะผงวิทยาเป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษารวมชาติของโลหะที่อยู่ในรูปของผงและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการขึ้นรูป ตลอดจนการเผาผนึกผงโลหะ เมื่อโลหะผงอยู่ในรูปของผงจะทำให้มีธรรมชาติแตกต่างออกไป เนื่องจากโลหะที่อยู่ในรูปผงจะมีพื้นที่ผิวต่อหน่วยปริมาตรมาก มีรัศมีความโค้งทำให้สมดุลทางเคมี และสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไป

หนังสือเล่มนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ข้อมูลและทฤษฎีเบื้องต้นสำหรับนักศึกษาที่สนใจ รวมทั้งวิศวกรที่ทำงานเกี่ยวข้องกับกระบวนการโลหะผงวิทยา โดยตั้งใจให้ผู้ที่ไม่มีพื้นฐานทางด้านโลหะวิทยาก็สามารถศึกษาเข้าใจได้ ผู้แต่งได้รวบรวมทฤษฎีและข้อมูลจากหนังสือตำราต่างประเทศ โดยคัดเอาส่วนที่คิดว่ามีความสำคัญและง่ายต่อการเข้าใจมารวบรวมไว้ ดังนั้นเอกสารประกอบการสอนฉบับนี้จึงเหมาะสำหรับการค้นคว้าเบื้องต้นและเป็นพื้นฐานให้กับผู้อ่านในการศึกษาในขั้นก้าวหน้าต่อไป

ในการนี้ผู้แต่งขอขอบคุณ Thai Powder Metallurgy Association ในการเผยแพร่หนังสือเล่มนี้เพื่อเป็นประโยชน์แก่ภาคการศึกษาและภาคอุตสาหกรรม นอกจากนี้ผู้แต่งขอขอบคุณทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมในการผลิตและรวบรวมเนื้อหาของหนังสือเล่มนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภานุ เวทยานุกุล และ คุณธรรานนท์ อุษณะอำไพพงษ์ สมาชิกคณะกรรมการจัดทำ PM Handbook ในตรวจสอบความถูกต้อง และปรับเนื้อหาให้สอดคล้องกับภาคอุตสาหกรรม มีความทันสมัยยิ่งขึ้น

สารัมภ์ บุญมี

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 นิยาม	1
1.3 ประวัติโดยย่อ	4
1.4 เหตุผลในการเลือกใช้กระบวนการโลหะผงวิทยา	6
1.5 ขนาดตของกระบวนการโลหะผงวิทยา	8
1.6 บทส่งท้าย	10
คำถามท้ายบท	10
อ้างอิง	11
บทที่ 2 การผลิตผงโลหะ	13
2.1 บทนำ	13
2.2 กระบวนการทางกายภาพ	13
2.3 กระบวนการทางเคมี	32
2.4 ประเภทของผงโลหะ	40
2.5 บทส่งท้าย	41
คำถามท้ายบท	41
อ้างอิง	41
บทที่ 3 การบ่งลักษณะเฉพาะผงโลหะ	43
3.1 บทนำ	43
3.2 การชักตัวอย่างผงโลหะ	43
3.3 ลักษณะของผงโลหะและการทดสอบ	45
3.4 บทส่งท้าย	68
คำถามท้ายบท	69
อ้างอิง	70
บทที่ 4 การเตรียมผงโลหะ	73
4.1 บทนำ	73
4.2 Mixing และ Blending	73
4.3 Lubrication	77
4.4 Agglomeration	79
4.5 บทส่งท้าย	79
คำถามท้ายบท	79
อ้างอิง	80

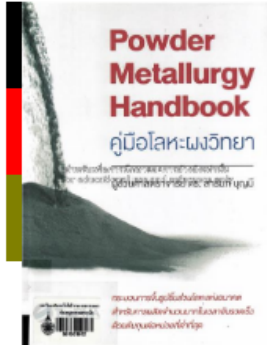
บทที่ 5	การอัดขึ้นรูปผงโลหะ	81
5.1	บทนำ	81
5.2	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการอัดขึ้นรูปผงโลหะ	81
5.3	การอัดขึ้นรูปแบบ Axial Die Pressing	83
5.4	ทฤษฎีและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	86
5.5	เทคโนโลยีการอัดขึ้นรูปผงโลหะแบบ Axial Die Pressing	91
5.6	Cold Isostatic Pressing (CIP)	104
5.7	Hot Isostatic Pressing (HIP)	107
5.8	Powder Injection Molding (PIM)	115
5.9	Roll Compaction	120
5.10	Powder Forging	127
5.11	Explosive Compaction	131
5.12	Pressureless Powder Shaping	132
5.13	Spray Forming	134
5.14	บทส่งท้าย	136
	คำถามท้ายบท	137
	อ้างอิง	138
บทที่ 6	การตรวจสอบชิ้นงานอัดขึ้นรูป	139
6.1	บทนำ	139
6.2	การตรวจสอบด้วยสายตา	139
6.3	การชั่งน้ำหนักชิ้นงาน	143
6.4	การทดสอบ Green Strength	143
6.5	สาเหตุของการเกิดรอยแตกในชิ้นงานอัดขึ้นรูป	146
6.6	รอยแตกที่เกิดในขั้นตอนการผสมผงโลหะ	148
6.7	รอยแตกที่เกิดในขั้นตอนการบ้อนผงโลหะลงในแม่พิมพ์	148
6.8	รอยแตกที่เกิดจากการออกแบบ	150
6.9	รอยแตกที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการอัดขึ้นรูป	157
6.10	รอยแตกที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน	161
6.11	บทส่งท้าย	161
	คำถามท้ายบท	162
	อ้างอิง	162
บทที่ 7	การเผาประสาน : ทฤษฎี	163
7.1	บทนำ	163
7.2	อุณหพลศาสตร์ของรอยต่อ	164
7.3	กลไกการถ่ายเทมวลในการเผาผนึก	178

7.4 Stages of Sintering	197
7.5 อิทธิพลของตัวแปรในการเผาผนึก	212
7.6 Blended Powder Sintering	219
7.7 Mixed Powder Sintering	225
7.8 Liquid Phase Sintering	243
7.9 บทส่งท้าย	269
คำถามท้ายบท	269
อ้างอิง	269
บทที่ 8 การเผาประสาน : ปฏิบัติ	271
8.1 บทนำ	271
8.2 มิติของชิ้นงาน	272
8.3 รอยแตกในชิ้นงาน	278
8.4 ข้อบกพร่องอื่น ๆ	280
8.5 วัสดุและอุปกรณ์ในการเผาผนึก	283
8.6 บรรยากาศในการเผาผนึก	289
8.7 อุณหพลศาสตร์ของบรรยากาศในการเผาผนึก	294
8.8 การควบคุมบรรยากาศเผาผนึก	302
8.9 การแก้ไขปัญหาเบื้องต้นในการเผาผนึก	303
8.10 การทดสอบเพื่อวินิจฉัยการทำงานเตาเผาผนึก	307
8.11 บทส่งท้าย	309
คำถามท้ายบท	309
อ้างอิง	310
บทที่ 9 การบ่งลักษณะเฉพาะชิ้นงานเผาประสาน	313
9.1 บทนำ	313
9.2 โครงสร้างจุลภาค	313
9.3 ลักษณะรูพรุน	316
9.4 สมบัติเชิงกล	321
9.5 สมบัติทางพื้นผิว	324
9.6 สมบัติทางกายภาพ	327
9.7 ตัวอย่างข้อบกพร่องในโครงสร้างจุลภาค	330
9.8 บทส่งท้าย	335
คำถามท้ายบท	336
อ้างอิง	336
บทที่ 10 กระบวนการทุติยภูมิ	339
10.1 บทนำ	339


10.2 Repressing, Sizing และ Coining	339
10.3 การกลึง (Machining)	341
10.4 การเชื่อมประสาน (Joining)	343
10.5 การอบชุบทางความร้อน (Heat Treatment)	345
10.6 การปรับสภาพผิว (Surface Treatment)	347
10.7 การตรวจสอบ (Inspection)	352
10.8 บทส่งท้าย	353
คำถามท้ายบท	353
อ้างอิง	354
บทที่ 11 โลหะผงวิทยาของเหล็กกล้า	355
11.1 บทนำ	355
11.2 ประเภทของผงวัตถุดิบ	355
11.3 อิทธิพลของธาตุผสมในเหล็กกล้าโลหะผงวิทยา	356
11.4 มาตรฐานและสมบัติของเหล็กกล้าโลหะผงวิทยา	357
11.5 สมบัติเชิงกล	371
11.6 บทส่งท้าย	377
คำถามท้ายบท	377
อ้างอิง	378
บทที่ 12 หลักการออกแบบขึ้นรูปโลหะผงวิทยา	379
12.1 บทนำ	379
12.2 Die compaction	379
12.3 Powder injection molding	383
12.4 Powder forging	386
12.5 บทส่งท้าย	387
คำถามท้ายบท	387
อ้างอิง	388
บทที่ 13 อาชีพอนามัยและความปลอดภัย	389
12.1 บทนำ	389
12.2 อันตรายจากความเป็นพิษของผงโลหะ	389
12.3 อันตรายจากปฏิกิริยาเคมี	390
12.4 บทส่งท้าย	391
คำถามท้ายบท	392
อ้างอิง	392
ประวัติผู้เขียน	393

สามารถยืมและติดตามหนังสือใหม่ได้ที่ ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ WALAI AutoLib

<https://lib.rmutp.ac.th/catalog/BibItem.aspx?BibID=b00106870>



คู่มือโลหะผงวิทยา = Powder metallurgy handbook / สาริรมภ บุนนومی.

Author	สาริรมภ บุนนومی
Published	ปทุมธานี : สมาคมโลหะผสมผงแห่งประเทศไทย, 2563
Edition	พิมพ์ครั้งที่ 1
Detail	v, 393 หน้า : ภาพประกอบ ; 26 ซม
Subject	โลหะผง(+) Powder metallurgy(+) โลหะวิทยา(+)
ISBN	9786169362005
ประเภทแหล่งที่มา	 Book

 Multi view

 View map

สำหรับเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น