มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคเรียนที่ 2 **ประจำปีการศึกษา 2548**

วันที่ : 25 กุมภาพันธ์ 2549 **เวลา 13:30-16:30 น.**

วิชา : 237-510 Powder Metallurgy **ห้อง R300**

ชื่อ ..... ชื่อสกุล..... รหัส .....

คำชี้แจง

1 ก่อนทำข้อสอบ ให้นักศึกษาเขียนชื่อ ชื่อสกุล และรหัสนักศึกษา ให้เรียบร้อย

2 อนุญาตให้นำตำรา เอกสาร และเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้ แต่ไม่อนุญาตให้ยืมจากเพื่อนในห้องสอบ

3 ข้อสอบมีทั้งหมด 9 ข้อ 7 หน้า คะแนนรวม 100 คะแนน (คิดเป็น 30% ของทั้งหมด) ให้นักศึกษาทำข้อสอบทุกข้อลงในกระดาษข้อสอบตามที่เว้นไว้ให้ (ถ้าเนื้อที่ที่กำหนดไว้ไม่เพียงพอ ให้ใช้ด้านหลังของกระดาษข้อสอบ)

<u>ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้น และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา โทษสูงสุด ให้ออก</u>

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	10	
3	10	
4	10	
5	10	
6	10	
7	10	
8	10	
9	10	
รวม	**100**	

ผศ. ดร. นภิสพร มีมงคล

ผู้ออกข้อสอบ

1. จงจับคู่โดยนำหัวข้อของข้อความทางด้านขวามือที่มีใจความสอดคล้องที่สุดกับข้อความทางด้านซ้ายมาใส่ไว้หน้าหัวข้อทางด้านซ้าย (ข้อละ 1 คะแนน)

.....	1. การขึ้นรูปชิ้นส่วนอากาศยาน	ก) ส่งผลให้เกิดการแน่นตัว
.....	2. พลังงานพื้นผิวและความดันก๊าซในรูพรุนมีผลต่ออัตราการแน่นตัว	ข) การอบผนึกเฟสของเหลว
.....	3. เหมาะสำหรับทำชิ้นงานที่มีหน้าตัดคงที่ มีความยาวสูง	ค) Solution-reprecipitation
.....	4. เป็นลักษณะเฟสที่ใช้สำหรับทุบขึ้นรูปวัสดุผสม Al-SiC	ง) การฉีดขึ้นรูปผงโลหะ
.....	5. การแน่นตัวขึ้นกับความสามารถในการละลายของของแข็งในของเหลวและของของเหลวในของแข็ง	จ) HIP
.....	6. เหมาะสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานที่มีเล็ก และมีปริมาณการผลิตสูง	ฉ) การอบผนึกขั้นตอนสุดท้าย
.....	7. การขึ้นรูปวัสดุผสมเพชรเพื่อทำเครื่องมือตัด	ช) การใช้ไดลาโทมิเตอร์
.....	8. ขั้นตอนที่รวมเอาการเผาไล่สารหล่อลื่น และสารยึด ออกจากชิ้นงาน	ซ) ทำให้ไม่เกิดการแน่นตัว
.....	9. กระบวนการเปลี่ยนรูปที่มีอัตราการเพิ่มความเครียดสูง	ฌ) Single action pressing
.....	10. อัตราการแน่นตัวขึ้นกับการแพร่ของช่องว่างในผลึกออกห่างจากรูพรุน	ญ) Surface transport
.....	11. เทคนิคหนึ่งที่ใช้วัดปริมาณการหดตัวระหว่างอบผนึก	ฎ) โครงสร้างรูพรุน
.....	12. เครื่องมือมีลักษณะการเคลื่อนที่ในแนวแกนแต่ให้ผลเหมือนมีความเค้นกระทำทุกทิศทาง	ฏ) Microwave sintering
.....	13. ลักษณะเตาอบผนึกที่ไม่เหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม	ฐ) Shaping
.....	14. การแยกตัวของรูพรุนออกจากขอบเกรน	ฑ) Rearrangement
.....	15. พฤติกรรมที่เกิดขึ้นในขณะอบผนึกเฟสของเหลว	ฒ) Coordination number
.....	16. มีความสำคัญมากขึ้นที่อุณหภูมิสูงขึ้น	ณ) การอบผนึกขั้นตอนกลาง
.....	17. เหมาะสำหรับอัดขึ้นรูปชิ้นงานที่มีรูปร่างไม่ซับซ้อน	ด) Plastic flow
.....	18. พฤติกรรมแรกที่เกิดขึ้นเมื่อมีแรงกระทำในการอัดขึ้นรูป	ต) Oil less bearing
.....	19. ชิ้นงานที่มีการควบคุมความพรุน	ถ) Compaction
.....	20. กรรมวิธีการขึ้นรูปที่ไม่ใช้แรงกระทำหรือใช้แรงกระทำต่ำ	ท) Hot pressing
		ธ) Powder forging
		น) การอบผนึกขั้นตอนแรก
		บ) Bulk transport
		ป) Floating die
		ผ) Double action pressing
		ฝ) Ejection force
		พ) Relaxation
		ฟ) Plasma sintering
		ภ) Extrusion
		ม) การอัดแน่นเสมือนทุกทิศทาง
		ย) Semisolid phase
		ร) Batch furnace
		ล) Continuous furnace
		ว) Pre-sintering

2. จากค่าสมบัติของอะลูมิเนียมผสมที่แสดงในตารางข้างล่างนี้ ให้พิจารณาเฉพาะอะลูมิเนียมผสมที่มีส่วนผสมของ Cu-Si-Mg พร้อมทั้งให้บอกสาเหตุที่ทำให้สมบัติเชิงกลของอะลูมิเนียมผสม Cu-Si-Mg มีความแตกต่างกัน (10 คะแนน)

ตารางแสดง สมบัติที่ได้จากชิ้นงาน P/M อะลูมิเนียมผสม

ส่วนผสม (ดุลด้วยอะลูมิเนียม)	กรรมวิธีการขึ้นรูป	ความหนาแน่น (กรัม/ซม.^{3})	ความแข็งแรงคราก (MPa)	ความแข็งแรงดึง (MPa)	ความยืดตัว %
4 Mg, 0.8 O, 1.1 C	MA+forged	-	550	570	2
4 Cu, 1.5 Mg, 0.8 O, 1.1 C	MA+forged	-	580	600	11
0.4 Si, 0.6 Mg	Cold forged	2.66	90	180	11
4.4 Cu, 0.8 Si, 0.5 Mg	Press & sinter	2.64	200	250	3
0.4 Cu, 1.0 Mg, 0.6 Si	Press & sinter	2.45	176	183	1
0.4 Cu, 1.0 Mg, 0.6 Si	Press & sinter	2.58	230	238	2
4 Ti	MA+HIP	2.74	325	380	11
8 Fe, 2 Mo	HIP	2.89	470	490	7

3. สมการที่ใช้ในการคำนวณหาแรงดัน (pressure) ที่ระยะ x ใดๆ ในแท่งทรงกระบอกตันที่ผ่านการอัดขึ้นรูปในแนวแกนเดี่ยวแบบทิศทางเดียวคือ $P_x = P \exp (- 4 u z x / D)$ เมื่อ P คือแรงดันที่ให้ และ D คือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงกระบอก คุณคิดว่าสมการนี้จะเปลี่ยนไปอย่างไรเมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการอัดขึ้นรูปในแนวแกนเดี่ยวแบบทิศทางเดียวกับทรงกระบอกกลวงที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางด้านนอกเป็น D และเส้นผ่าศูนย์กลางด้านในเป็น d (10 คะแนน)

4. ปัจจุบันนี้มีการนำชิ้นส่วนไทเทเนียมเข้ามาใช้ในเครื่องยนต์ของรถแข่งแทนการใช้เหล็กกล้า เพื่อทำให้น้ำหนักของรถแข่งลดลง คุณคิดว่าจะมีวิธีการผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์โดยใช้ผงไทเทเนียมได้อย่างไร และเปรียบเทียบสมบัติที่คาดว่าจะได้จากการใช้ไทเทเนียมกับชิ้นส่วนเครื่องยนต์ที่ทำจากเหล็กกล้า (เช่น ก้านลูกสูบ) ที่ใช้อยู่ในรถยนต์ทั่วไปปัจจุบัน (10 คะแนน)

5. ในการศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการอัดขึ้นรูป กำหนดให้อัดขึ้นรูปผงนิกเกิลขนาด 40 ไมครอน ด้วยวิธี Hot Isostatic Pressing จากความหนาแน่นกรีนเท่ากับ 62% ของความหนาแน่นทฤษฎี เพื่อให้ได้ความหนาแน่นเป็น 98% ของความหนาแน่นทฤษฎี โดยใช้ความดันคงที่เท่ากับ 20 MPa และมีการแปรผันตัวแปรสองตัว คือค่าอุณหภูมิและช่วงเวลาอัด ปทุมรัตน์เลือกใช้อุณหภูมิ 1100 $^{\circ}$C ใช้เวลาอัดเพียง 15 นาที ขณะที่กนกอรเลือกใช้อุณหภูมิ 1000 $^{\circ}$C ทำให้ต้องใช้เวลาอัดถึง 1 ชั่วโมง ถ้ากรกนกเลือกใช้อุณหภูมิอัดที่ 900 $^{\circ}$C คุณคิดว่ากรกนกจะต้องใช้เวลานานเท่าไรจึงจะได้ความหนาแน่นตามที่ต้องการ (10 คะแนน)

6. เพราะเหตุใดการให้ความร้อนกับพรีฟอร์มในอากาศ ก่อนการทุบขึ้นรูปผงโลหะ จึงทำให้สมบัติเชิงกลที่ได้ไม่เป็นที่ยอมรับ และคุณมีแนวทางในการหลีกเลี่ยงปัญหานี้อย่างไรในทางปฏิบัติ (10 คะแนน)

7. ในการประยุกต์ใช้งานชิ้นส่วนเหล็กที่ใช้ในงานโครงสร้าง มักไม่ต้องการให้เกิดการบิดเบี้ยวขณะอบผนึก ให้บอกวิธีที่จะลดการหดตัวและการบิดเบี้ยวให้เหลือน้อยที่สุด (10 คะแนน)

8. ชิ้นงานแท่งทรงกระบอกทำจากทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ซม. ความยาว 6 ซม. ถูกอัดในแนวแกนเพื่อนำไปใช้งานทางด้านที่ต้องมีสภาพนำสูง (เป็นไปได้ทั้งการนำไฟฟ้า และการนำความร้อน) มีการเสนอว่าว่าควรใช้วิธีการอัดแบบส่งผ่านแรงสองด้าน (double action pressing) คุณคิดว่าข้อเสนอนี้มีความผิดปรกติที่ตรงไหน และหลังจากการอบผนึกแล้ว บริเวณส่วนใดของชิ้นงานที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กที่สุด (10 คะแนน)

9. โดยทั่วไปผงที่มีรูปร่างทรงกลมมักแสดงค่าความแข็งแรงกรีนค่อนข้างต่ำ ให้อธิบายว่าเพราะเหตุจึงเป็นเช่นนี้ และควรใช้กรรมวิธีใดที่ทำให้ค่าความแข็งแรงกรีนสูงขึ้น (10 คะแนน)