Prince of Songkla University

Faculty of Engineering

Final Examination: Semester 2 Academic Year: 2010

Date: February 22, 2011 Time: 9:00-12:00

Subject: 226-403 Particulate Materials Technology Room: S203

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

Name ..... Last name .....Student ID.....

Instruction:

1. There are 10 questions 90 points (8 pages)
2. Attempt all questions.
3. Only a hand-written note on two-sided A4 and a calculator are allowed.
4. Borrowing things form other students is prohibited.

Napisporn Memongkol

Instructor

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

1. จงจับคู่โดยนำหัวข้อของข้อความทางด้านขวามือที่มีใจความสอดคล้องที่สุดกับข้อความทางด้านซ้ายมาใส่ไว้หน้าหัวข้อทางด้านซ้าย **(ข้อละ 1 คะแนน)**

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

2. **(6 คะแนน)** โดยทั่วไปในการขึ้นรูปชิ้นงานเหล็กกล้า (steel) ด้วยวิธีโลหกรรมวัสดุผงสามารถทำได้ 2 วิธี คือขึ้นรูปจากผงเหล็ก (iron powders) ผสมกับผงกราไฟต์ (graphite powders) หรืออาจขึ้นรูปจากผงเหล็กกล้าพรีอัลลอยด์ (prealloyed steel powders ในแต่ละผงประกอบด้วยเหล็กกล้าและกราไฟต์) คุณคิดว่าการขึ้นรูปชิ้นงานเหล็กกล้าโดยการผสมผงเหล็กและผงกราไฟต์ มีข้อดีกว่าการใช้ผงเหล็กกล้าพรีอัลลอยด์ในการขึ้นรูปอย่างไร

3. **(6 คะแนน)** สมการที่ใช้ในการคำนวณหาแรงดัน (pressure) ที่ระยะ X ใดๆ ในแท่งทรงกระบอกตันที่ผ่านการอัดขึ้นรูปในแนวแกนเดี่ยวแบบทิศทางเดียวคือ $P_x = P \exp (- 4 u z x / D)$ เมื่อ P คือแรงดันที่ให้ และ D คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกระบอกตัน ท่านคิดว่าสมการนี้จะเปลี่ยนไปอย่างไรเมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับ **<u>การอัดขึ้นรูปในแนวแกนเดี่ยวแบบทิศทางเดียวกับทรงกระบอกกลวง</u>** ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกเป็น D และเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในเป็น d

4. **(6 คะแนน)** จงอธิบายว่า เพราะเหตุใด ในการอัดขึ้นรูปผงวัสดุชนิดหนึ่ง ความหนาแน่นของชิ้นงานที่ได้จากวิธีการอัดขึ้นรูปแบบทุกทิศทาง จึงมีค่าสูงกว่าความหนาแน่นที่ได้จากวิธีการอัดขึ้นรูปในแนวแกนเดี่ยว เมื่อให้แรงดันขนาดเท่ากัน

5. **(6 คะแนน)** นักศึกษาวิศวกรรมการผลิตคนหนึ่ง ทำการศึกษาเกี่ยวกับการขึ้นรูปจากผงทองแดง โดยได้ผงทองแดงมาจากสองแหล่ง คือ จากการผลิตขึ้นเองในห้องปฏิบัติการวัสดุและจากการสั่งซื้อจากบริษัทแห่งหนึ่ง ผลจากการทดสอบแสดงว่าผงทองแดงจากทั้งสองแหล่งมีส่วนผสมทางเคมีเหมือนกัน และเมื่อนำไปขึ้นรูปโดยผ่านขั้นตอนการอัดเหมือนกัน อบผนึกที่อุณหภูมิเดียวกันภายใต้เงื่อนไขต่างๆ เหมือนกัน ใช้เวลาในการอบผนึกเท่ากัน แต่ชิ้นส่วนทองแดงทั้งสองแสดงสมบัติเชิงกลภายหลังจากการอบผนึกแตกต่างกัน ให้บอกถึงสาเหตุหรือปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างของสมบัติเชิงกลมาอย่างน้อย 3 ปัจจัย

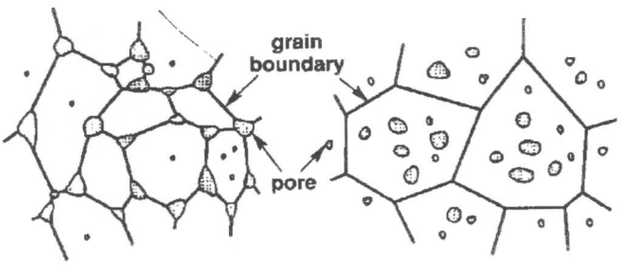
ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแตกต่างของสมบัติเชิงกลคือ

1.

2.

3.

6. **(6 คะแนน)** จากรูปลักษณะของรูพรุนและขอบเกรนที่กำหนดให้ 2 รูปคือ a) และ b) จงอธิบายโดยการเปรียบเทียบผลที่ได้หลังการอบผนึกจากรูปทั้งสอง ในแง่ของพลังงานของระบบ และความหนาแน่นที่ได้ เช่นรูปใดให้ผลพลังงานของระบบต่ำกว่าและเพราะเหตุใด



รูป a) b)

ตอบ รูปที่ให้พลังงานของระบบต่ำกว่า คือ
เพราะ

รูปที่ให้ความหนาแน่นหลังการอบผนึกสูงกว่า คือ
เพราะ

7. **(6 คะแนน)** A titanium green compact of 72% density is to be sintered to 91% density. What is the densification parameter and estimate the linear shrinkage (ชิ้นงานผงไทเทเนียมผ่านการอัดมีความหนาแน่นกรีนเป็น 72% ของความหนาแน่นทฤษฎี เมื่อนำไปอบผนึกความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเป็น 91% ของความหนาแน่นทฤษฎี จงคำนวณหาพารามิเตอร์ของการแน่นตัว และค่าความหดตัว)

พารามิเตอร์ของการแน่นตัว = ...%
ความหดตัว = ...%

8. **(6 คะแนน)** A compact is sintered after injection molding and the final density is 92% of theoretical and the sintering shrinkage is 8.9%. What was the density before sintering? (ชิ้นงานที่ผ่านการฉีดขึ้นรูปชิ้นหนึ่ง เมื่อผ่านการอบผนึกมีความหนาแน่นหลังอบผนึกเป็น 92% ของความหนาแน่นทฤษฎี และมีค่าความหดตัวหลังการอบผนึกเท่ากับ 8.9% จงคำนวณหาความหนาแน่นของชิ้นงานนี้ก่อนอบผนึก)

ความหนาแน่นเริ่มต้นคือ = ...%ของความหนาแน่นทฤษฎี

9. คำถามเกี่ยวกับ Powder Metallurgy (PM) applications **(ข้อละ 2 คะแนน)**

ก) การทุบขึ้นรูปผง (powder forging) นิยมใช้ผลิตชิ้นส่วนชนิดใดในอุตสาหกรรมยานยนต์

ข) ในการผลิตชิ้นส่วน cutting tool จาก tungsten carbide (WC) ด้วยวิธี Powder metallurgy มีการเติมโลหะชนิดใดลงไปเพื่อเพิ่มความแข็ง และลดความเปราะ

ค) การขึ้นรูปเฟืองด้วยวิธี PM จากผงเหล็กกล้าผสมต่ำ มักมีการเติมโลหะชนิดใดเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับฟันเฟือง?

ง) ชิ้นงานเฟือง PM ที่ผลิตจากผงเหล็กกล้าผสมต่ำ ก่อนนำไปใช้งานมักนำไปเพิ่มความแข็งที่ผิวด้วยวิธีใด?

จ) ชิ้นส่วนเบรกเครื่องบิน ที่ผลิตด้วยวิธี PM ส่วนใหญ่ใช้วัสดุชนิดใดบ้าง?

ฉ) Self-lubricating bearings หรือ oil-retaining bearings หมายถึง bearings ประเภทใด?

ช) ในการผลิตไส้หลอดไฟ (lamp filament) ที่ทำจากทังสเตน หลังจากขั้นตอนการอบผนึกทังสเตนแล้ว ต้องนำไปผ่านเทคนิคแบบใดอีกเพื่อทำเป็นเส้นหรือขด

ซ) วัสดุที่นิยมนำมาทำเป็นชิ้นส่วนเกี่ยวกับแม่เหล็กด้วยกรรมวิธีโลหะกรรมวัสดุผง มีอะไรบ้าง?

ฌ) ผงไทเทเนียมที่นำมาผสมกับโลหะอื่นเป็นไทเทเนียมผสม เพื่อนำไปผลิตเป็นชิ้นส่วนอุปกรณ์ทางการแพทย์ มีวิธีกรรมวิธีการผลิตอย่างไร?

ญ) กระบวนการผลิตวัสดุผสม (Composites) ที่มีการใช้เทคนิคโลหกรรมวัสดุผง (Powder Metallurgy) โดยทั่วไป (Matrix) เมทริกซ์จะเป็นโลหะผสม และ (Reinforcement) เฟสเสริมแรงเป็นเซรามิก คุณคิดว่าลักษณะของเฟสเสริมแรงมีรูปร่างเป็นแบบใดได้บ้าง และลักษณะเฟสเสริมแรงแบบใดให้ค่าความแข็งแรงสูงที่สุด

10. **(8 คะแนน)** การปรับเปลี่ยนปัจจัย (factors) ต่างๆ ในการอบผนึก (sintering) วัสดุจากชิ้นงานกรีนเป็นชิ้นงานหลังอบผนึก จะส่งผลกระทบอย่างไรบ้าง

การปรับเปลี่ยนปัจจัยการอบผนึก	**ผลกระทบ**
ลดขนาดอนุภาค	
อบผนึกเป็นเวลานานขึ้น	
เพิ่มอุณหภูมิอบผนึก	
เพิ่มความหนาแน่นกรีน	