PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Final Examination : Semester 2 **Academic Year :** 2010

Date : February 26, 2011 **Time :** 9:00-12:00

Subject : 237-510 Powder Metallurgy **Room :** A201

ชื่อ-นามสกุล ..... รหัสนักศึกษา .....

<u>คำชี้แจง</u>

1. ข้อสอบมีทั้งหมด **10** ข้อ คะแนนรวม **90** คะแนน ในกระดาษคำถาม **7** หน้า
2. ห้ามการหยิบยืมสิ่งใด ๆ ทั้งสิ้น จากผู้อื่น ๆ เว้นแต่ผู้คุมสอบจะหยิบยืมให้
3. ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อสอบออกจากห้องสอบ
4. ผู้ที่ประสงค์จะออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ **แต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที** ให้ยกมือขออนุญาตจากผู้คุมสอบก่อนจะลุกจากที่นั่ง
5. เมื่อหมดเวลาสอบ ผู้เข้าสอบต้องหยุดการเขียนใด ๆ ทั้งสิ้น
6. ให้นักศึกษาสามารถนำสิ่งต่อไปนี้เข้าห้องสอบได้
   - ☑ เครื่องคิดเลข
   - ☑ กระดาษ A4 จดด้วยลายมือตัวเอง 1 แผ่น

ทุจริตในการสอบ มีโทษ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ผู้ออกข้อสอบ อ.นภิสพร มีมงคล

นักศึกษารับทราบ ลงชื่อ .....

 รหัส.....

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. เหมาะสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก และมีปริมาณการผลิตสูง	ฉ) การอบผนึกขั้นตอนสุดท้าย
.....	7. การขึ้นรูปวัสดุผสมเพชรเพื่อทำเครื่องมือตัด	ช) การใช้ไดลาโทมิเตอร์
.....	8. ขั้นตอนที่รวมเอาการเผาไล่สารหล่อลื่น และสารยึดออกจากชิ้นงาน	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) Co ordination 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. **(8 คะแนน)** การปรับเปลี่ยนปัจจัยต่างๆ (factors) ในการอบผนึก (sintering) วัสดุจากชิ้นงานกรีน (Green compact) เป็นชิ้นงานหลังอบผนึก (Sintered compact) จะส่งผลกระทบอย่างไรบ้าง

การปรับเปลี่ยนปัจจัยต่างๆ	**ผลกระทบต่อการอบผนึก**
ลดขนาดอนุภาค	
อบผนึกเป็นเวลานานขึ้น	
เพิ่มอุณหภูมิอบผนึก	
เพิ่มความหนาแน่นของชิ้นงานกรีน	

3. **(8 คะแนน)** จงเปรียบเทียบ**ลักษณะการแน่นตัว** **พฤติกรรมของกลไกต่างๆ** **เวลาที่ใช้** **และลักษณะการเปลี่ยนแปลงรูพรุน**ที่ได้จากการขึ้นรูปผงโลหะด้วยวิธี Hot Pressing, Hot Isostatic Pressing, powder forging และ cold compaction + sintering

กรรมวิธีการผลิต	**ผลที่ได้ (output)**
การอัดร้อน (Hot pressing)	
การอัดร้อนทุกทิศทาง (Hot isostatic pressing)	
การทุบขึ้นรูปผง (Powder forging)	
การอัดแน่น+การอบผนึก (Cold compaction + sintering)	

ความหนาแน่นเริ่มต้นคือ = ...%ของความหนาแน่นทฤษฎี

5. **(6 คะแนน)** ชิ้นงานผงเหล็กกล้าไร้สนิมชิ้นหนึ่งผ่านการอัดมีความหนาแน่นกรีนเป็น 71% ของความ

6. **(6 คะแนน)** ให้อธิบายกระบวนการอัดแน่นเสมือนทุกทิศทาง (Pseudo-Isostatic Compaction Technique) พร้อมวาดรูปประกอบ และอธิบายว่าผลที่ได้จากการอัดแน่นเสมือนทุกทิศทางมีความเหมือนหรือแตกต่างอย่างไรกับกรรมวิธี Uniaxial Compaction และ Isostatic Compaction

7. **(8 คะแนน)** จงบอกถึงข้อดีข้อเสียของการผลิตชิ้นส่วนผสมที่ขึ้นรูปมาจาก Mixed powder และ Prealloyed powder

	ข้อดี	***ข้อเสีย***
Mixed powder		
Prealloyed powder		

8. **(8 คะแนน)** ให้สรุปผลจากปัจจัยความสามารถในการละลายที่สำคัญในการอบผนึกเฟสของเหลว ว่าลักษณะที่ได้เป็นอย่างไรบ้าง เกิดอะไรขึ้นบ้าง พร้อมทั้งยกตัวอย่างระบบที่เกิดขึ้นในแต่ละเงื่อนไข เติมลงในช่องว่างในตารางให้สมบูรณ์

		ความสามารถในการละลายของของแข็งในของเหลว	
		ต่ำ	***สูง***
ความสามารถในการละลายของของเหลวในของแข็ง	***ต่ำ***	ตัวอย่างระบบนี้ คือ	ตัวอย่างระบบนี้ คือ .....
	สูง	ตัวอย่างระบบนี้ คือ	ตัวอย่างระบบนี้ คือ .....

9. **(10 คะแนน)** ในการศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการอัดขึ้นรูป กำหนดให้อัดขึ้นรูปผงนิกเกิลขนาด 40 ไมครอน ด้วยวิธี Hot Isostatic Pressing จากความหนาแน่นกรีนเท่ากับ 62% ของความหนาแน่นทฤษฎี เพื่อให้ได้ความหนาแน่นเป็น 98% ของความหนาแน่นทฤษฎี โดยใช้ความดันคงที่เท่ากับ 20 MPa และมีการแปรผันตัวแปรสองตัว คือค่าอุณหภูมิและช่วงเวลาอัด **ทัศน์ชพร**เลือกใช้อุณหภูมิ 1100 ^{o}C ใช้เวลาอัดเพียง 15 นาที ขณะที่**บัวแสง**เลือกใช้อุณหภูมิ 1000 ^{o}C ทำให้ต้องใช้เวลาอัดถึง 1 ชั่วโมง ถ้า**พัชรี**เลือกใช้อุณหภูมิอัดที่ 900 ^{o}C คุณคิดว่า**พัชรี**จะต้องใช้เวลานานเท่าไรจึงจะได้ความหนาแน่นตามที่ต้องการ ให้แสดงวิธีหาคำตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบ

10. **(10 คะแนน)** ให้เลือกผลิตภัณฑ์ (Applications) ที่ขึ้นรูปด้วยกระบวนการทางด้านโลหกรรมวัสดุผง (Powder Metallurgy) มา 1 อย่าง และ**<u>ให้บอกรายละเอียดมากที่สุด</u>**เท่าที่จะทำได้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่เลือกมา เช่น วัสดุที่ใช้ กรรมวิธีการผลิต ข้อควรระวังหรือสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการผลิต ข้อจำกัดในการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่เลือกนำใช้ในงานอะไร เพราะเหตุใดจึงต้องขึ้นรูปจากผงเท่านั้น หรือมีข้อดีเมื่อเทียบกับกรรมวิธีการผลิตแบบอื่นอย่างไร

โชคดีในการสอบ !!! ☺☺☺

4. **(6 คะแนน)** ชิ้นงานที่ผ่านการฉีดขึ้นรูปจากผงไทเทเนียมชิ้นหนึ่ง และเมื่อนำไปผ่านการอบผนึกมีความหนาแน่นหลังอบผนึกเป็น 97% ของความหนาแน่นทฤษฎี และมีค่าความหดตัวหลังการอบผนึกเท่ากับ 8.9% จงคำนวณหาความหนาแน่นของชิ้นงานไทเทเนียมนี้ก่อนนำไปอบผนึก

ความหนาแน่นเริ่มต้นคือ = ...%ของความหนาแน่นทฤษฎี

5. **(6 คะแนน)** ชิ้นงานผงเหล็กกล้าไร้สนิมชิ้นหนึ่งผ่านการอัดมีความหนาแน่นกรีนเป็น 71% ของความหนาแน่นทฤษฎี เมื่อนำไปอบผนึกความหนาแน่นเปลี่ยนเป็น 97% ของความหนาแน่นทฤษฎี จงคำนวณหาพารามิเตอร์ของการแน่นตัว (densification parameter) และค่าความหดตัวเชิงเส้น (linear shrinkage)

Densification parameter = ... %, Shrinkage = ...%