



PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING

Final Examination : Semester 2

Academic Year : 2012

Date : 22 February 2013

Time : 13:30 – 16:30

Subject : 237-460 : COMPOSITE MATERIALS

Room : S201

ชื่อ-นามสกุล รหัสนักศึกษา

หมายเหตุ

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 2 part โดยมีคะแนนเท่ากัน part ละ 60 คะแนน โดย Part 1 MMC มีคำถามทั้งหมด 4 ข้อ และ Part 2 CMC มีทั้งหมด 10 ข้อ ในกระดาษคำถาม 10 หน้า
 2. ห้ามการหยิบยืมสิ่งใด ๆ ทั้งสิ้น จากผู้อื่น ๆ เว้นแต่ผู้คุมสอบจะหยิบยืมให้
 3. ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อสอบออกจากห้องสอบ
 4. ผู้ที่ประสงค์จะออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที
ให้ยกมือขออนุญาตจากผู้คุมสอบก่อนจะลุกจากที่นั่ง
 5. เมื่อหมดเวลาสอบ ผู้เข้าสอบต้องหยุดการเขียนใด ๆ ทั้งสิ้น
 6. ผู้ที่ปฏิบัติเข้าข่ายทุจริตในการสอบ ตามประกาศคณะวิศวกรรมศาสตร์
มีโทษ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา
1. ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ
 2. สามารถใช้เครื่องคิดเลข และ ดินสอได้

ผู้ออกข้อสอบ ผศ.ดร.นภิสพร มีมงคล

ผศ.ดร.สุธรรม นียมवास

นักศึกษารับทราบ ลงชื่อ

Part 1 Metal Matrix Composite (60 คะแนน)

ข้อ 1 (12 คะแนน) ให้บอกชื่อกรรมวิธีการผลิตวัสดุเชิงประกอบเนื้อโลหะ (Metal matrix composites) ในข้อย่อยต่อไปนี้

1.1 อนุภาคเซรามิกถูกพ่นเข้ามาผสมกับละอองโลหะเหลวโลหะเหลวที่ถูกพ่นเป็นสายละออง เกิดเป็นเม็ดอนุภาควัสดุผสมที่มีส่วนผสมของโลหะและเซรามิก

.....

1.2 การผลิตด้วยวิธีนี้ ช่วยในการกำหนดวางตัวเสริมแรงไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด โดยการให้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางขณะทำการหล่อ ทำให้ได้ชิ้นงานที่มีปริมาณของตัวเสริมแรงลดหลั่นเป็นลำดับ

.....

1.3 เป็นกระบวนการแทรกซึมโดยใช้แรงอัด ซึ่งใช้การเคลื่อนที่ของเบ้าตัวบนดินโลหะเหลวให้แทรกซึมเข้าไปในพร็ฟอร์มเซรามิกพูน (ตัวเสริมแรง) ซึ่งวางอยู่บนเบ้าตัวล่าง

.....

1.4 เป็นการผลิตที่ใช้กับสารเสริมแรง ประเภท อนุภาค หรือ วิสเคอร์ ให้กระจายตัวในเนื้อโลหะหลัก เริ่มต้นจากการผสมผงอนุภาคหรือวิสเคอร์เซรามิกกับผงโลหะเข้าด้วยกัน นำไปอัดและตามด้วยอบผืนิก หรือนำไปอัดร้อน เพื่อให้มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอของเซรามิกในเนื้อโลหะ

.....

1.5 เป็นเทคนิคกระบวนการตามหลัง (Secondary deformation processing technique) ที่ใช้ในการผลิต MMC ชนิดไม่ต่อเนื่อง (discontinuous reinforcement MMC) ส่วนผสมของผงโลหะและสารเสริมแรงถูกไปอัดเย็น อบผืนิก และทุบขึ้นรูป เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีความหนาแน่นสูง

.....

1.6 กระบวนการนี้ใช้สำหรับกระบวนการ secondary deformation of MMCs โดยมีข้อดีคือ ผสมผสานระหว่างความดันและอุณหภูมิ ผลที่ได้คือ เกิดแรงเฉือนระหว่างอนุภาคทำให้ oxide ที่ผิวถูกทำลาย และเกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคดีขึ้น ชิ้นงานที่ได้มีหน้าตัดเท่ากันตลอดความยาว

.....

ข้อ 2. (20 คะแนน) จากข้อ 2.1 ถึง ข้อ 2.10 จงเลือกข้อที่ถูกสำหรับคำถามต่างๆ ในแต่ละข้อต่อไปนี้มาใส่ในช่องคำตอบด้านล่าง (หมายเหตุ แต่ละข้ออาจมีคำตอบถูกมากกว่า 1 ข้อ)

2.1.....	2.2.....
2.3.....	2.4.....
2.5.....	2.6.....
2.7.....	2.8.....
2.9.....	2.10.....

2.1 ข้อดีของวัสดุผสมเนื้อโลหะ (MMCs) เมื่อเทียบกับโลหะที่ไม่ได้เสริมแรง (Unreinforced metals)

- a. Weight saving due to higher strength-to-weight ratio
- b. Higher thermal conductivity
- c. Higher elevated temperature stability
- d. Improved cyclic fatigue characteristics
- e. Little or no contamination

2.2 ลักษณะของอะลูมิเนียม และ อะลูมิเนียมผสม

- a. High melting point and retains strength to high Temperature
- b. Low density and excellent strength, toughness and corrosion resistance
- c. HCP structure
- d. Used extensively in the automotive and aerospace fields
- e. Aluminum alloys can be classified as cast and wrought alloys

2.3 การประยุกต์ใช้งานของวัสดุผสมเนื้อโลหะ (Applications of MMCs)

- a. Microwave housing for electronic packaging
- b. Bladed ring
- c. Power transmission line
- d. Parts of Boeing 787
- e. Brake rotor

2.4 กระบวนการผลิตวัสดุผสมเนื้อโลหะในสถานะของของเหลว (Liquid state processing)

- a. Near net shape
- b. Squeeze casting or pressure infiltration
- c. Slower rate of processing
- d. Combining a liquid metal matrix with the reinforcement
- e. Spray co-deposition

2.5 ลักษณะของเส้นใยคาร์บอน หรือเส้นใยกราไฟต์

- a. Theoretical density of 2.27 g/cm^3
- b. Graphite fiber is special form of carbon fiber obtained after heating to $T > 1,400 \text{ }^\circ\text{C}$
- c. Carbon fiber is one of the most important reinforcement fiber in all kinds of composites
- d. Carbonization is carried out in an inert atmosphere at $1000\text{-}2000 \text{ }^\circ\text{C}$
- e. Carbon is highly oriented and layered crystallographic structure

2.6 กระบวนการหล่อวัสดุผสมเนื้อโลหะ (Casting MMCs)

- a. Involves infiltration of a metal perform by a liquid reinforcement
- b. Introduce short fiber or particle into a liquid mixture
- c. Stir to obtain homogeneous distribution of particle
- d. Obtain a gradient in reinforcement particle loading
- e. Can accomplish with conventional equipment used to cast metallic alloy

2.7 วัสดุผสมเนื้อโลหะที่เสริมแรงด้วยอนุภาคของเซรามิก (Particle reinforced composites)

- a. Expensive process
- b. Better wear resistance
- c. Anisotropic properties compared to fiber reinforced composites
- d. Lower use temperature than the unreinforced metal
- e. Increased thermal stability

2.8 กระบวนการขึ้นรูปวัสดุผสมเนื้อโลหะด้วยกรรมวิธีโลหกรรมวัสดุผง (Powder Metallurgy)

- a. A green body is about 50% dense and easily handle
- b. Involves cold pressing and sintering
- c. Matrix and reinforcement powder are blended to produce a homogeneous distribution
- d. Ratio of particle size to matrix size in important to achieve homogeneous distribution
- e. Degassing is used to remove moisture from particle surface

2.9 ลักษณะของวิสเคอร์ (Whiskers)

- a. Short fiber with extremely high strength
- b. Aspect ratio (length/diameter) vary between 50 to 10,000
- c. Have uniform dimensions or properties
- d. Easy to handling
- e. Difficult to alignment of whiskers in a matrix to produce a composite

2.10 ข้อดีของกระบวนการหล่ออัด (Squeeze Casting) เมื่อเทียบกับการหล่อแบบดั้งเดิม

- a. กระบวนการผลิตใช้เวลาสั้นกว่า
- b. สามารถผลิตวัสดุผสมที่มีสารเสริมแรงในปริมาณสูงได้
- c. ลดปฏิกิริยาระหว่างตัวเสริมแรงและเนื้อหลัก
- d. สามารถขึ้นรูปชิ้นงานรูปร่างค่อนข้างซับซ้อน
- e. ลดรูพรุนค้ำหรือการหดตัวเนื่องจากแรงดันที่ใส่เข้าไป

ข้อ 3 (15 คะแนน) ให้ตอบคำถามต่อไปนี้สั้นๆ ให้ได้ใจความสมบูรณ์**3.1 ให้บอกข้อดีของกระบวนการทึบขึ้นรูปวัสดุผสม (discontinuous reinforcement MMC)****3.2 ให้อธิบายความหมายของสัมประสิทธิ์ "Coefficient of variance of the mean near neighbor distance (COV_d)"****3.3 กระบวนการผลิตแบบ in-situ processes แบ่งได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง**

3.4 ให้ออกข้อดีของเทคนิคการพ่นเคลือบ (Spray co-deposition) มา 2 ข้อ

3.5 ให้ออกขั้นตอนกระบวนการหล่ออัด (Squeeze casting) วัสดุผสม MMC

ข้อ 4 (13 คะแนน) ในกระบวนการอัดรีด (Extrusion) วัสดุผสมเนื้อโลหะแบ่งได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง และแต่ละประเภทมีข้อดี ข้อเสีย อย่างไร (ให้อธิบายพร้อมวาดรูปประกอบการอธิบายด้วย)
กระบวนการอัดรีดแบ่งเป็น ประเภท

Part 2 Ceramic Matrix Composites: CMC (60 คะแนน)

- 1) จงอธิบายข้อดีของ Ceramic ที่เป็นสาเหตุให้มีการผลิต Ceramic Matrix Composite
- 2) จงระบุปัญหาของการผลิต CMC โดยวิธีดั้งเดิมคือ ผสมผงและอัด (conventional mixing and pressing) (ระบุนมา 3 ข้อ)
- 3) จงระบุสาเหตุที่ วิธี melt infiltration techniques ไม่เหมาะกับการนำไปใช้ผลิต CMC

4) จงอธิบายการผลิต CMC โดยวิธี Chemical Vapor Infiltration (CVI process)

5) CVI Process มีข้อดีข้อเสียอะไร และสามารถแก้ไขข้อด้อยนี้โดยวิธีใดบ้าง (ระบุนมา 3 วิธี)

6) จงอธิบายวิธีการผลิต Carbon-Carbon Composite โดยวิธี Chemical Vapor Deposition มาโดยสังเขป

7) Carbon-Carbon Composite มีข้อดีข้อเสียอะไร และสามารถแก้ไขข้อด้อยนี้โดยวิธีใดบ้าง

8) CMC ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอะไรบ้าง (บอกมา 3 ประเภท) ยกตัวอย่าง วัสดุ CMC ในอุตสาหกรรมนั้นๆ ด้วย

9) จงอธิบาย วิธีการผลิต CMC (บอกมา 3 ประเภท) ยกตัวอย่าง วัสดุ CMC ในแต่ละวิธีด้วย

10) ตัวเสริมแรงใน CMC เป็นวัสดุชนิดใดได้บ้าง เพราะเหตุใด (อธิบาย)