เบญจวรรณ อินทร์ปัญญา : การฉีดขึ้นรูปผงอะลูมิเนียมผสมเสริมแรงด้วยอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ (POWDER INJECTION MOLDING OF SILICON CARBIDE PARTICULATE-REINFORCED ALUMINIUM ALLOY) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.ฐาปนีย์ พัชรวิชญ์, 133 หน้า.

การวิจัยนี้ได้ศึกษาการฉีดขึ้นรูปผงอะลูมิเนียมผสมเสริมแรงด้วยอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของตัวแปรในกระบวนการฉีดขึ้นรูปและการเผาผนึก คือ 1) เปอร์เซ็นต์ผงวัสดุที่ใช้ในการขึ้นรูป (% Solid loading) 2) อุณหภูมิในการเผาผนึก (Sintering temperature) และ 3) อัตราการไหลของแก๊สไนโตรเจน (Nitrogen gas flow rate) ต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกลของวัสดุเชิงประกอบ โดยวัสดุเชิงประกอบนี้จะประกอบด้วยผงโลหะอะลูมิเนียม 90 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (เกรดทางการค้า Alumix 123) และอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ที่มีขนาดเฉลี่ย 87.6 และ 19.8 ไมครอน ตามลำดับ กระบวนการฉีดขึ้นรูปผงเริ่มจาก การบดผสมระหว่างอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์และผงโลหะอะลูมิเนียมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยใช้ความเร็วรอบในการหมุนที่ 280 รอบต่อนาที ก่อนการผสมด้วยสารเชื่อมประสานทั้ง 3 ชนิด (โพลีโพรพิลีน กรดสเตียริก และ พาราฟิน แว็กซ์) กระบวนการฉีดขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส อุณหภูมิแม่พิมพ์ คือ 90 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องฉีดขึ้นรูปขนาดเล็กในแนวตั้ง และใช้เปอร์เซ็นต์ผงวัสดุในการฉีดขึ้นรูปที่ 52 55 และ 58 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ชิ้นงานภายหลังการฉีดขึ้นรูปถูกเผาผนึกในบรรยากาศแก๊สไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 660-700 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราการไหลของแก๊สที่ 0.5 และ 1.0 ลิตรต่อนาที ชิ้นงานภายหลังการฉีดขึ้นรูปและชิ้นงานภายหลังการเผาผนึกถูกนำมาตรวจสอบและวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค การวิเคราะห์ธาตุและสารประกอบ ความหนาแน่นรวม และค่าความแข็ง ผลการวิจัยพบว่า การเพิ่มเปอร์เซ็นต์ผงวัสดุในการฉีดขึ้นรูปทำให้การฉีดขึ้นรูปยากมากขึ้น เปอร์เซ็นต์ผงวัสดุที่เหมาะสมในการฉีดขึ้นรูป คือ 55 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และกระบวนการฉีดขึ้นรูปผงให้โครงสร้างที่สม่ำเสมอของอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ในพื้นโลหะอะลูมิเนียม ส่วนการเพิ่มอุณหภูมิในการเผาผนึกจะทำให้ชิ้นงานเกิดการแน่นตัว มีความหนาแน่นและค่าความแข็งสูงขึ้น ส่วนรูพรุนมีปริมาณที่ลดลงเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการเผาผนึก พบการเกิดของสารประกอบอะลูมิเนียมไนไตรด์เมื่อเผาผนึกที่อุณหภูมิ 680 และ 700 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ พบว่าการลดอัตราการไหลของแก๊สจาก 1.0 ลิตรต่อนาที เป็น 0.5 ลิตรต่อนาที ทำให้โครงสร้างจุลภาคและคุณสมบัติของวัสดุลดต่ำลง

สาขาวิชา วิศวกรรมโลหการ ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2555 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

BENCHAWAN INPANYA : POWDER INJECTION MOLDING OF SILICON CARBIDE PARTICULATE-REINFORCED ALUMINIUM ALLOY. THESIS ADVISOR : TAPANY PATCHARAWIT, Ph.D., 133 PP.

POWDER INJECTION MOLDING/ALUMINIUM COMPOSITE /SINTERING

This research studied Powder Injection Molding (PIM) of silicon carbide particulate-reinforced aluminium alloy. The objective of this research is to investigate the effects of powder injection molding and sintering parameters, which are i) % solid loading, ii) sintering temperature iii) nitrogen gas flow rate on microstructure and mechanical properties of the composite. The composite comprised 90 vol.% aluminium powder (commercial grade Alumix 123) and 10 vol.% silicon carbide particulate with average particle sizes of 87.6 and 19.8 μm respectively. The PIM process started with ball mill mixing of silicon carbide particulate and aluminium powder for 2 hrs using a speed of 280 rpm before mixing with multi-component binder (polypropylene, stearic acid and paraffin wax). Powder injection molding was operated via a small vertical injection machine at 170 ºC and mold temperature at 90 ºC using mixed powder of 52, 55 and 58 vol.% solid loading. The green samples were sintered in a nitrogen atmosphere at 660-700 ºC using gas flow rates of 0.5 and 1.0 l/min. The green and sintered samples were assessed via analysis on microstructure, elements and compounds, bulk density and hardness testing. It was found that increasing % solid loading made injection molding more difficult. Critical % solid loading are 55 vol.% to provide uniform composite microstructure, showing good distribution of silicon carbide particulate in the aluminium matrix. Densification of samples, bulk density and hardness increased with increasing sintering temperature

while porosity decreased. Aluminium nitride (AlN) formation was observed when sintering was operated at 680 and 700$^{o}$C. However the reduction of nitrogen gas flow rate from 1.0 to 0.5 l/min produced inferior microstructure and properties.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Metallurgical Engineering

Academic Year 2012

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

Co-advisor's Signature _____