รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาเครื่องอินฟิวเทรชันกำลังเหวี่ยงความดันสูง เพื่อใช้ผลิตวัสดุผสมเนื้ออะลูมิเนียม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่

หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร.เจษฎา วรรณสินธุ์
ผู้ร่วมงานวิจัย ผศ.ดร.ธวัชชัย ปลูกผล
ผศ.ดร.นภิสพร มีมงคล
นายสุชาติ จันทรมณีย์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากทุนรายได้
คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2549

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอวิธีการพัฒนากระบวนการหล่อโลหะแบบเหวี่ยงด้วยความดันสูงสำหรับการแทรกซึมเพื่อผลิตวัสดุผสมเนื้ออะลูมิเนียม (Aluminum Matrix Composite, AMC) โดยใช้โลหะอะลูมิเนียม เกรด A356 เป็นเนื้อหลัก (Matrix) และซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC) เป็นวัสดุเสริมแรง (Reinforcement) ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยประกอบไปด้วย การออกแบบและจัดสร้างชุดระบบการหล่อเหวี่ยงความดันสูง การอัดขึ้นรูปซิลิคอนคาร์ไบด์เพื่อใช้สำหรับเสริมแรงอะลูมิเนียม และการทดสอบสมบัติของวัสดุผสมเนื้ออะลูมิเนียมที่ผลิตได้จากการหล่อโลหะแบบเหวี่ยงด้วยความดันสูง ขนาดของผงซิลิคอนคาร์ไบด์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ 13.5, 25, 68 และ100 μm ซึ่งภายหลังจากการอัดขึ้นรูปแล้วจะถูกนำไปขึ้นรูปด้วยการหล่อเหวี่ยง ที่ความเร็ว 1,800 rpm (แรงดัน 4.26 MPa) เพื่อเสริมแรงในเนื้ออะลูมิเนียม ซึ่งผลการขึ้นรูปและวิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาคพบว่าโลหะอะลูมิเนียมสามารถแทรกซึมเข้าไปในช่องว่างระหว่างอนุภาคของซิลิคอนคาร์ไบด์ ได้ ในทุกขนาดของอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ เมื่อนำชิ้นงานมาทดสอบค่าความหนาแน่นรวม ค่าความแข็ง และค่าความต้านทานการสึกหรอ พบว่า ชิ้นงานที่เสริมแรงด้วยซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาด 100 μm มีค่าความหนาแน่นรวมและ ค่าความแข็งสูงที่สุด แต่มีค่าความต้านทานการสึกหรอต่ำที่สุด ในทางตรงกันข้ามชิ้นงานที่เสริมแรงด้วยซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาด 13.5 μm มีค่าความหนาแน่นรวมและค่าความแข็งต่ำที่สุด แต่มีค่าความต้านทานการสึกหรอสูงที่สุด นอกจากนี้ในโครงการวิจัยนี้ยังได้ศึกษาถึงอิทธิพลของแรงดันน้ำโลหะต่อการแทรกซึมของโลหะอะลูมิเนียมในผงซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาด 100 μm ซึ่งผลการทดลองพบว่าโลหะอะลูมิเนียมจะสามารถแทรกซึมเข้าไประหว่างอนุภาคของซิลิคอนคาร์ไบด์ได้ ก็ต่อเมื่อค่าแรงดันน้ำโลหะอะลูมิเนียมต้องมีค่ามากกว่าแรงดันเริ่มต้น (Threshold pressure) หรือแรงต้านภายในของช่องว่างระหว่างอนุภาคซิลิคอนคาร์ไบด์ ซึ่งเป็นค่าที่สามารถคำนวณได้จากทฤษฎี

Abstract

This thesis presents the development of a high pressure centrifugal infiltration process for fabrication of aluminum matrix composites using the aluminum grade A356 as the matrix and silicon carbide (SiC) as the reinforcing material. The research method includes the design and production of the high pressure centrifugal casting system, the production of SiC preforms for reinforcing aluminum and the property testing of the aluminum matrix composite (AMC). AMC is produced by the high pressure centrifugal casting process using four SiC particles size are 13.5, 25, 68, 100 μm at the rotation speed of 1,800 rpm (4.26 MPa) . The results of the microstructure study show that molten aluminum can infiltrate in small gap between particles of SiC preforms part. AMC of SiC 100 μm has the highest bulk density and hardness but the lowest wear resistance. On the other hand, AMC of 13.5 μm has the lowest bulk density and hardness but the highest wear resistance. This thesis also studied the effects of the molten aluminum pressures on the infiltration value using 100 μm of SiC as a reinforcement. In this infiltration study, the results show that the molten aluminum pressure values must be higher than the threshold pressure (resistance force due to capillary pressure), which can be calculated using a threshold pressure equation derived from a theory.