รายงานฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาเครื่องผลิตผงโลหะผสมเชิงกล

Development of a Mechanical Alloying Machine

คณะผู้วิจัย

1. รศ.ดร.ศิริกุล	วิสุทธิ์เมธางกูร	หัวหน้าโครงการ
2. ผศ.ดร.นภิสพร	มีมงคล	ผู้ร่วมโครงการ
3. รศ.ดร.เล็ก	สีคง	ที่ปรึกษาโครงการ

สนับสนุนทุนวิจัยโดย

ทุนอุดหนุนจากรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์

ประเภท ทุนพัฒนานักวิจัย

ประจำปี 2545

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมายของการวิจัยนี้คือ การออกแบบและสร้างเครื่องบดแอทไตรเตอร์และทดสอบสมรรถนะเครื่องบดแอทไตรเตอร์ หม้อบดทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 304 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 108 มิลลิเมตร สูง 128 มิลลิเมตร ติดตั้งอยู่บนแท่นรองรับโครงเครื่องมีผนังสองชั้น ระบายความร้อนด้วยน้ำ ปรับความเร็วรอบได้ 2 ระดับ คือ 500 และ 700 รอบต่อนาที เพลาขับ 10 และ 12 แขน สามารถเปลี่ยนเพลาขับได้ ลูกบอลบดขนาดโตสุดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.4 มิลลิเมตร บดผสมภายใต้บรรยากาศต่างๆ ได้ การทดสอบสมรรถนะโดยการเตรียมโลหะอะลูมิเนียมและทองแดง ในอัตราส่วน 67 : 33 โดยน้ำหนัก และทำการบดผสมที่เวลา 0.5, 1, 1.5 และ 2 ชั่วโมง ที่ความเร็วรอบ 500 และ 700 รอบต่อนาที บดผสมภายใต้บรรยากาศก๊าซอาร์กอน โดยใช้เพลาขับ 10 และ 12 แขน เพื่อศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบ จำนวนแขนและเวลาต่อการเกิดเฟสโลหะผสมยูเทคติก (θ - $CuAl_2$) ความละเอียดการกระจายตัว รูปร่างของอนุภาค ตลอดจนกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการบดผสม และการถ่ายโอนพลังงานของลูกบอลไปยังอนุภาค พบว่าการเกิดเฟสโลหะผสมยูเทกติกเร็วขึ้นเมื่อใช้ความเร็วรอบสูงกว่า ซึ่งทำให้พลังงานที่ถ่ายโอนจากการชนของลูกบอลไปยังอนุภาคมีค่าสูงกว่าและมากกว่าเมื่อเวลาบดเท่ากัน เพลาขับ 12 แขน ทำให้เกิดจำนวนของความเค้นที่กระทำบนอนุภาคจากการกระทบของลูกบอลมากกว่า 10 แขน จึงทำให้เกิดเฟสของโลหะผสมที่ต้องการเร็วขึ้นเช่นเดียวกัน เวลาการบดผสมที่นานขึ้นทำให้การกระจายตัวของผงโลหะมีความสม่ำเสมอมากขึ้นและเกิดการแพร่ของอีกธาตุหนึ่งสู่อีกธาตุหนึ่งมากขึ้นและเกิดปฏิกิริยาเป็นโลหะผสมที่ต้องการได้ อย่างไรก็ตามเมื่อใช้เวลาบดนานมากขึ้นอีก จะมีแนวโน้มทำให้โครงสร้างของโลหะผสมเปลี่ยนเป็นเฟสอสัณฐาน รูปร่างของอนุภาคที่ได้ส่วนใหญ่เป็นแผ่นบางๆ ขนาดเล็ก และรูปร่างไม่ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบ เวลาบดและจำนวนแขนของเพลาขับ อย่างไรก็ตามเพลาขับ 12 แขนจะบดได้ขนาดอนุภาคที่ละเอียดกว่าเพลา 10 แขน เมื่อความเร็วรอบและเวลาบดเท่ากัน และยังพบว่าความเร็วรอบที่สูงขึ้นจะบดอนุภาคได้ขนาดละเอียดเร็วกว่าความเร็วรอบต่ำ และเมื่อเพิ่มเวลาบดจะทำให้อนุภาคที่ได้มีขนาดเล็กลง และการกระจายตัวของอนุภาคที่แคบลง เมื่อพิจารณาถึงกำลังไฟฟ้าและการถ่ายโอนพลังงานจากลูกบอลไปยังอนุภาค พบว่ากำลังไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นตามอัตราเร็วของเพลาขับ และการเพิ่มความเร็วรอบของเพลาขับ จะทำให้พลังงานที่ถ่ายโอนไปยังอนุภาคเพิ่มขึ้น และยังพบว่าการถ่ายโอนพลังงานนี้ของเพลา 12 แขนมีประสิทธิภาพมากกว่าเพลา 10 แขน

Abstract

The aim of this research is to design and construct an attritor mill and to test the performance of the mill. The milling pot (container) was made of stainless steel 304 with the diameter of 108 mm. and height of 128 mm. and with double layered wall water cooling system. The milling speed and the stirrer rod can be adjusted into two steps which are 500 and 700 rpm. (revolution per minute) and 10 and 12 arms respectively. The maximum ball diameter is 6.4 mm and the mill can be operated under various atmospheres.

The performance test was investigated using aluminum copper powder with the ratio of 67 : 33 by weight, the milling time of 0.5, 1, 1.5 and 2 hrs, stirred rod of 10 and 12 arms under argon atmosphere in order to elucidate the effect of the milling speed, number of arms of stirrer rod and milling time to the amount of eutectic (θ-$CuAl_2$) phase present, powder size distribution, particle shape, power used and energy transferred from the milling balls to particle. It was seen that at higher milling speed, the eutectic phase was present at less milling time, in which the energy transferred from the balls to particle was higher with the same milling time. The stirrer rod with 12 arms provided higher stress acting on the particle than that with 10 arms, therefore, quicker alloy phase present and higher diffusion of alloy. However, too long milling time tends to change the alloy structure to amorphous phase. The particle shape was mostly flaky and did not depend on the milling speed, time and no of arms. Nevertheless, the stirrer rod with 12 arms offered smaller particle than that with 10 arms when using the same milling speed and time. It was also found that higher milling speed and longer time gave smaller particle and narrower particle size distribution. The power used and energy transferred from the ball to particle increased with the milling or stirrer speed and the energy transferred using the stirrer rod with 12 arms was more effective.