

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุป

1. ชิ้นงานที่เตรียมจากผงโลหะบรอนซ์ดีบุกผสมทังสเตม มีความแข็งแรง ความแข็ง มีความหนาแน่นและผิวเรียบมากกว่าชิ้นงานที่เตรียมจากผงโลหะทองแดงและดีบุกผสมทังสเตมเพราะการอบผนึกของชิ้นงานชนิดแรกง่ายกว่าชิ้นงานชนิดที่สอง เมื่อใช้ภาวะต่างๆเหมือนกัน ดังนั้นจึงควรเลือกวิธีเตรียมชิ้นงานจากผงโลหะบรอนซ์ดีบุก
2. ทังสเตมมีผลต่อการอบผนึก โดยทำให้เกิดการอบผนึกได้ยากขึ้นเพราะผงทังสเตมทนอุณหภูมิสูงจึงขัดขวางการอบผนึกและถ้าการกระจายตัวของทังสเตมในเนื้อของโลหะไม่ดีพอก็จะทำให้ชิ้นงานไม่แข็งแรง ดังนั้นเมื่อผสมผงทังสเตมในปริมาณที่มากขึ้นสมบัติต่างๆจึงมีค่าลดลง
3. เวลาที่ใช้ในการอบผสมผงโลหะและทังสเตม มีผลต่อการกระจายตัวของทังสเตมในเนื้อโลหะโดยตรงและสำหรับในกรณีที่อบผสมผงโลหะทองแดงและดีบุกผสมกับทังสเตม เวลาอบที่นานขึ้นทำให้โลหะดีบุกแพร่เข้าไปในเนื้อโลหะทองแดงและเกิดปฏิกิริยาเป็นสารประกอบ  $Cu_3Sn_5$  หรือ  $Cu_5Sn$  ได้ (ทำให้เกิดเป็นโครงสร้างโลหะบรอนซ์ดีบุกได้) ซึ่งส่งผลให้มีค่าความแข็งสูงขึ้น เนื่องจากการอบด้วยเครื่องอบผสมพลังงานสูง พลังงานที่ถ่ายโอนจากลูกบอลไปยังอนุภาคที่ถูกอบถูกสะสมจนทำให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวได้ นอกจากนั้นเวลาการอบที่นานขึ้นก็จะทำให้อนุภาคที่อบได้มีขนาดเล็กลงเมื่อนำมาอัดขึ้นรูปแล้วอบผนึกจะทำให้ชิ้นงานมีความหนาแน่นสูงขึ้น
4. อัตราการสึกหรอและสัมประสิทธิ์ความเสียหายของชิ้นงานที่เตรียมจากผงบรอนซ์ดีบุกต่ำกว่าชิ้นงานที่เตรียมจากผงทองแดงและดีบุก เนื่องจากชิ้นงานชนิดแรกแข็งแรงและหนาแน่นมากกว่าและมีผิวที่เรียบกว่า อัตราการสึกหรอจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณผงทังสเตมและอบเป็นเวลานานๆเพราะปริมาณผงทังสเตมเพิ่มขึ้นแต่เวลาอบสั้นจะทำให้การกระจายตัวของทังสเตมในเนื้อโลหะไม่ดี และยังขัดขวางการอบผนึกด้วย การสึกหรอจะเกิดขึ้นบริเวณที่ทังสเตมกระจุกอยู่เป็นส่วนใหญ่ หรือเนื้อทังสเตมหลุดออกได้ง่ายเมื่อมีการขัดสี ดังนั้นปริมาณทังสเตมที่เหมาะสมและอบเป็นเวลานานพอเพียงก็จะทำให้อัตราการสึกหรอและสัมประสิทธิ์ความเสียหายลดลงถึงระดับที่น่าพอใจ ถึงแม้ว่าค่า

สัมประสิทธิ์ความเสียหายและการสึกหรอจะเท่ากัน แต่การเติมที่ล้นจะมีข้อดีก็คือผิวของชิ้นงาน หลังผ่านการทดสอบการสึกหรอจะมีความเรียบกว่าและชิ้นงานมีความร้อนน้อยกว่าโดยสังเกตจากตอมนำชิ้นงานออกจากหัวจับ

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. วัตถุประสงค์ที่นำมาใช้ในการวิจัยควรจะมีควมบริสุทธิ์สูงเพราะจะเป็นอุปสรรคอย่างมากต่อการทำการอบนึ่งชิ้นงาน เพราะจะเป็นการขัดขวางการเกิดบรอนซ์ในเนื้อของชิ้นงาน
2. ควรมีอุปกรณ์การตรวจวัดอุณหภูมิขณะที่ชิ้นงานกำลังอยู่ในกระบวนการขัด เนื่องจากว่า สังเกตพบว่าชิ้นงานที่ไม่ผสมที่ล้นจะมีความร้อนสูงมากกว่าโดยสังเกตจากตอมนำชิ้นงานออกจากหัวจับ