บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการกำหนดส่วนผสมทางการผลิตของชิ้นส่วนผงโลหะผสม ที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติเชิงกล ตามต้องการ ได้ผลสรุป ดังนี้

1. ค่าความถ่วงจำเพาะของชิ้นส่วนผงโลหะผสม มีความสัมพันธ์กับปริมาณทองแดง แกรไฟต์ และ อุณหภูมิการเผา กล่าวคือ ค่าความถ่วงจำเพาะของผงโลหะผสม จะมีค่าลดลง เมื่อปริมาณทองแดง และ อุณหภูมิการเผา มีค่าเพิ่มขึ้น และ ค่าความถ่วงจำเพาะจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณแกรไฟต์ มีค่าเพิ่มขึ้น จากผลการทดสอบพบว่าที่ส่วนผสมของปริมาณทองแดง 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แกรไฟต์ 1.2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ อุณหภูมิการเผา 1120 องศาเซลเซียส มีค่าความถ่วงจำเพาะสูงสุด เท่ากับ 6.187 และ ที่ส่วนผสมของปริมาณทองแดง 0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แกรไฟต์ 0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ อุณหภูมิการเผา 880 องศาเซลเซียส มีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำสุด เท่ากับ 5.8234

2. ค่าการเปลี่ยนแปลงขนาดของชิ้นส่วนผงโลหะผสม มีความสัมพันธ์กับปริมาณทองแดง แกรไฟต์ และ อุณหภูมิการเผา กล่าวคือ ค่าการเปลี่ยนแปลงขนาดของชิ้นส่วนผงโลหะผสม จะมีค่า เพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณทองแดงและ อุณหภูมิการเผา มีค่ามากขึ้น และจะมีค่าลดลง เมื่อปริมาณแกรไฟต์มีค่ามากขึ้น จากผลการทดสอบพบว่าที่ส่วนผสมของปริมาณทองแดง 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ปริมาณแกรไฟต์ 0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ อุณหภูมิการเผา 1120 องศาเซลเซียส มีค่าการเปลี่ยนแปลงขนาดขยายตัวสูงสุด เท่ากับ 1.72 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ ที่ส่วนผสมของปริมาณทองแดง 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ปริมาณแกรไฟต์ 1.2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ อุณหภูมิการเผา 880 องศาเซลเซียส มีค่าการเปลี่ยนแปลงขนาดหดตัวต่ำสุด เท่ากับ 1.16 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

3. ค่าแรงดัดชนิด 2 แกนของชิ้นส่วนผงโลหะผสม มีความสัมพันธ์กับปริมาณทองแดง แกรไฟต์ และ อุณหภูมิการเผา กล่าวคือ ค่าแรงดัดชนิด 2 แกน ของชิ้นส่วนผงโลหะผสม จะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิการเผาเพิ่มขึ้น และ เมื่อปริมาณทองแดงเพิ่มขึ้นจนถึงปริมาณ 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก หรือมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณแกรไฟต์มีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงปริมาณ 0.8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ ค่าแรงดัดชนิด 2 แกนของชิ้นส่วนผงโลหะผสมจะมีค่าลดลง เมื่อปริมาณทองแดง มากกว่า 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก หรือ ปริมาณแกรไฟต์มากกว่า 0.8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากผลการทดสอบ พบว่าที่ส่วนผสมของปริมาณทองแดง 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แกรไฟต์ 0.8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ อุณหภูมิการเผา 1120 องศาเซลเซียส มีค่าแรงดัดชนิด 2 แกนสูงสุด เท่ากับ 656.15 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร และ ที่ส่วนผสมของปริมาณทองแดง 0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แกรไฟต์ 0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ อุณหภูมิการเผา 880 องศาเซลเซียส มีค่าแรงดัดชนิด 2 แกนต่ำสุด เท่ากับ 130.20 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

4. ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของชิ้นส่วนผงโลหะผสม มีความสัมพันธ์กับ ปริมาณทองแดง แกรไฟต์ และ อุณหภูมิการเผา กล่าวคือ ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของชิ้นส่วนผงโลหะผสม จะค่าเพิ่มขึ้น เมื่อ อุณหภูมิการเผาเพิ่มขึ้น และ เมื่อปริมาณทองแดงเพิ่มขึ้นจนถึง 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก หรือมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณแกรไฟต์มีค่าเพิ่มขึ้น จนถึง 0.8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของชิ้นส่วนผงโลหะผสมจะมีค่าลดลง เมื่อปริมาณทองแดงมากกว่า 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก หรือ ปริมาณแกรไฟต์มากกว่า 0.8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากผลการทดสอบพบว่า ที่ส่วนผสมของปริมาณทองแดง 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แกรไฟต์ 0.8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ อุณหภูมิการเผา 1120 องศาเซลเซียส มีค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นสูงสุด เท่ากับ 8479.46 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร และ ที่ส่วนผสมของปริมาณทองแดง 0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แกรไฟต์ 0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ อุณหภูมิการเผา 880 องศาเซลเซียส มีค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นต่ำสุด เท่ากับ 1500.32 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

5. ค่าความแข็งของชิ้นส่วนผงโลหะผสม มีความสัมพันธ์กับปริมาณทองแดง แกรไฟต์ และ อุณหภูมิการเผา กล่าวคือ ค่าความแข็งของชิ้นส่วนผงโลหะผสม จะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณทองแดง ปริมาณแกรไฟต์ และ อุณหภูมิการเผา มีค่ามากขึ้น จากผลการทดสอบ พบว่าที่ส่วนผสมของปริมาณทองแดง 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แกรไฟต์ 1.2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ อุณหภูมิการเผา 1120 องศาเซลเซียส มีค่าความแข็งสูงสุด เท่ากับ 81.50 HRT และ ที่ส่วนผสมของปริมาณทองแดง 0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แกรไฟต์ 0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ อุณหภูมิการเผา 880 องศาเซลเซียส มีค่าความแข็งต่ำสุด เท่ากับ 13.15 HRT

6. ส่วนผสมของทองแดงและแกรไฟต์ โดยน้ำหนัก ร้อยละ 6 และ 0.8 ของผงโลหะผสมที่มีผงเหล็กเป็นองค์ประกอบหลัก ตามลำดับ โดยจะให้ค่าแรงดัดชนิด 2 แกน ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น และ ความแข็ง เท่ากับ 656.15 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร 8489.46 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร และ 81.50 HRT ตามลำดับ

6.2 การประยุกต์ผลการทดลอง

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของผงโลหะผสม ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ การเปลี่ยนแปลงขนาด คุณสมบัติภายใต้แรงดัดชนิด 2 แกน และ ค่าความแข็ง สามารถสรุปเป็นตารางการเลือกปริมาณทองแดง แกรไฟต์ และ อุณหภูมิการเผา ในการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโลหะผสมที่มีผงเหล็กเป็นองค์ประกอบหลัก โดยพิจารณาจากการลดต้นทุนในการผลิต

6.3 ข้อเสนอแนะ

หลังจากที่ทำการศึกษา ทดสอบผงโลหะผสมแล้ว ทางผู้วิจัยเห็นว่าควรจะมีการพัฒนาทางด้านผงโลหะวิทยา ดังต่อไปนี้

1. สมการการพยากรณ์ในงานวิจัยนี้ จะมีความสมบูรณ์และครบถ้วนมากยิ่งขึ้น ถ้าหากมีการนำข้อมูลเบื้องต้นของการศึกษา ซึ่งได้แก่ ผลการทดสอบค่าคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติเชิงกลของผงโลหะผสม รวมถึงสมการความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติ กับ ส่วนผสมของผงโลหะ และ อุณหภูมิการเผา บันทึกลงในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการวิจัยทางด้านผงโลหะผสม และ การวิจัยทางด้านอื่น ๆ ที่มีข้อแตกต่างไปจากที่กำหนดในงานวิจัยนี้

2. วิธีการที่ดำเนินในการวิจัย สามารถเป็นแนวทาง ในการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุชนิดอื่น ๆ ได้ ไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นผงโลหะผสม หรือ ผงโลหะผสมที่มีผงเหล็กเป็นองค์ประกอบหลักเท่านั้น อาจเป็นผงโลหะที่มีทองแดง เป็นองค์ประกอบหลัก หรือ พวกซีเมนต์คาร์ไบด์ ต่าง ๆ

3. เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวิจัยในปรับปรุงคุณสมบัติของผงโลหะผสมอื่น ๆ เช่น การทดสอบการสึกหรอ การทดสอบการรับแรงกระแทก ฯลฯ

ตารางที่ 6.1 ผลการเลือกปริมาณทองแดง แกรไฟต์ และอุณหภูมิการเผา ในการผลิตชิ้นส่วนผงโลหะผสม

ความถ่วงจำเพา	แรงดัดชนิด 2 แกน (นิวตัน/ตร.มม.)	ความแข็ง (HRT)	ทองแดง (% โดยน้ำหนัก)	แกรไฟต์ (% โดยน้ำหนัก)	อุณหภูมิการเผา (องศาเซลเซียส)
5.8 - 6.0	100 - 200	10 - 20	8	0	880
		20 - 30	8	0.8	880
		30 - 40	10	1.2	880
	200 - 300	20 - 30	4	8	950
		30 - 40	2	1.2	950
6.0 - 6.2	200 - 300	20 - 30	8	0.4	950
		30 - 40	8	1.2	950
		40 - 50	10	1.2	950
	300 - 400	50 - 60	8	0	1120
		60 - 70	10	0	1120
	400 - 500	50 - 60	0	0.8	1120
		60 - 70	0	1.2	1120
		70 - 80	8	1.2	1120
		80 - 90	8	1.2	1120
	500 - 600	60 - 70	2	1.2	1120
		70 - 80	6	1.2	1120
	600 - 700	60 - 70	4	0.8	1120
		70 - 80	6	0.8	1120