บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลการผลิตโลหะผงทังสเตนคาร์ไบด์ ประกอบด้วย เทคโนโลยีสลายเศษโลหะซีเมนต์คาร์ไบด์ การขจัดสิ่งปนเปื้อน การกรอง การอบแห้ง การควบคุมและป้องกันการเกิดออกไซด์ การเตรียมโลหะผง การบด การคัดขาด รวมถึงการอัดขึ้นรูป ด้วยแม่พิมพ์และเครื่องเครื่องอัดไฮดรอลิกส์ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

ผลการพัฒนาเครื่องจักรเพื่อผลิตโลหะผงทังสเตนคาร์ไบด์ โดยการสกัดโลหะประสานที่มีส่วนผสมประมาณ 5-20 % ได้แก่ โคบอลด์(Co) ออกจากชิ้นงานและให้ได้มาซึ่งผงโลหะคาร์ไบด์ ผลปรากฏว่าสามารถสลายเศษโลหะซีเมนต์คาร์ไบด์ได้ดี ด้วยขนาดบรรจุสารละลายประมาณ 96 ลิตร ในส่วนของอุปกรณ์ทำงานบรรจุชิ้นงาน (Barrel) สามารถบรรจุชิ้นงานเศษซีเมนต์คาร์ไบด์ครั้งละไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม ขณะทำงานจะหมุนด้วยความเร็วรอบที่สามารถเลือกใช้ได้ระหว่าง 0-25 รอบ/นาที เลือกใช้เงื่อนไขการผลิตจากอุณหภูมิห้องถึง 90 °C เพื่อผลิตโลหะผงซึ่งเป็นวัสดุมีค่าและมีการนำเข้า 100% เทคโนโลยีดังกล่าวหากใช้เวลาในการผลิตโดยสลายชิ้นงานเศษซีเมนต์คาร์ไบด์ 18 ชั่วโมง แรงดันไฟฟ้า 1.0 V ที่อุณหภูมิ 30 °C ในสารละลาย HCl 1 N ผลิตโลหะผงได้ถึง 297 กรัม ผงโลหะทังสเตนคาร์ไบด์(WC) ที่ได้มีความบริสุทธิ์อยู่ในในช่วง 85.02-97.50 % ขนาดและการกระจายของโลหะผงอยู่ระหว่าง 0.30-300.00 μm นำผงโลหะไปผ่านการบดด้วยเทคโนโลยี Ball Milling ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เวลานาน 24 ชั่วโมง แล้วนำปผ่านกระบวนการกรอง การทำความสะอาด และอบให้แห้งด้วยเตาสูญญากาศที่พัฒนาขึ้นโดยใช้อุณภูมิอบแห้งที่ 250 °C ปรากฏว่าขนาดและการกระจายของโลหะผงโดลงมาอยู่ที่ 0.03 – 30.00 μm ปรากฏว่าโลหะผงที่ผลิตได้นั้นมีความบริสุทธิ์มากขึ้นเป็น 99.50%

ดังนั้น เทคโนโลยีใหม่ที่พัฒนาขึ้นเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิตโลหะผงทังสเตนคาร์ไบด์ จึงประกอบด้วย เทคโนโลยีการผลิตโลหะผง การสามารถผลิตสลายชิ้นงานเศษโลหะซีเมนต์คาร์ไบด์ อยู่ที่ 24.40 กรัม/ชั่วโมง พัฒนากระบวนการการคัดขนาด สร้างเทคโนโลยีการบดโลหะผง สร้างเทคโนโลยีการอบแห้งด้วยระบบสูญญากาศ รวมถึงผลิตแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปโลหะผง และเครื่องอัดไฮดรอลิกส์ เพื่อผลิตเป็นชิ้นงานและเพื่อการพัฒนาโลหะผงเป็นชิ้นงานความแข็งสูงตอไป

การผลิตชิ้นงานคาร์ไบด์กระทำได้โดยการผสมและการบดโลหะผงกับโลหะประสาน ได้แก่ โคบอลต์ ตามอัตราส่วนที่ต้องการ และผลการทดลองผลิตเป็นชิ้นงานแผ่นมีดตัด ผสมโคบอลด์ 10% ด้วยแม่พิมพ์ที่พัฒนาขึ้นและใช้แรงอัด 10 ตัน ปรากฏว่าชิ้นงานมีขนาด 15.76 x 17.76 x

6.26 มิลลิเมตร ความหนาแน่น 14.018 g/cm3 และความแข็ง 1,449 HV นับว่าเป็นผลงานวิจัยใหม่ที่มีการพัฒนากระบวนการผลิตโลหะผงทังสเตนคาร์ไบด์ ด้วยเทคโนโลยีใหม่ที่สร้างขึ้น และยังเป็นเทคโนโลยีพื้นฐานสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์โลหะผงทังสเตนคาร์ไบด์และชิ้นส่วนซีเมนต์คาร์ไบด์ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาอุตสาหกรรมภายในประเทศ ให้เกิดประโยชน์และพัฒนาให้ก้าวหน้าเพื่อการแข่งขันในโอกาสต่อไป ด้วยการหมุนเวียนวัสดุที่เป็น Waste กลับมาใช้ใหม่ตามแนวทางการพัฒนาเพื่อความยั่งยืนต่อไป

5.1 ข้อเสนอแนะ

1. จากการวิจัยและดำเนินงานพบว่าการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตโลหะผงทังสเตนคาร์ไบด์สามารถผลิตโลหะผงที่บริสุทธิ์ได้กว่า 99.5 % และพบธาตุอื่นผสม ประมาณ 0.50% ดังนั้นการสกัดให้บริสุทธิ์มากขึ้นก็เป็นสิ่งที่จะช่วยพัฒนาการผลิตให้มีความสามารถในการแข่งขันได้มากขึ้น การพัฒนาที่น่าสนใจ ได้แก่ การทำให้บริสุทธิ์ด้วยกระบวนการ Ammonium Paratungstate

2. หากต้องการพัฒนาอัตราการผลิตที่สูงขึ้นสามารถพัฒนาด้วยกระบวนการ Hydrothermal treatment และกระบวนการ Ammonium Paratungstate จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตโลหะผงทังสเตนคาร์ไบด์ไดมากขึ้นแต่ต้องใช้ต้นทุนการพัฒนาที่สูงขึ้นเช่นกัน เนื่องจากไม่มีการผลิต ไม่มีการพัฒนาเทคโนโลยีเหล่านี้ในประเทศไทย

3. เมื่อมีการผลิตโลหะผงทังสเตนคาร์ไบด์ได้แล้วสิ่งจำเป็นตามมาได้แก่ เทคโนโลยีการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งในประเทศไทยมีจำนวนน้อยมาก เพื่อใช้ในการทดสอบและวิเคราะห์สมบัติโลหะผงปัจจุบันมีหน่วยงานที่มีเทคโนโลยีดังกล่าวไม่เพียงพอต่อการใช้งานหากจะทดสอบแต่ละครั้งต้องใช้เวลานานมากกว่า 1 เดือน ดังนั้น ควรมีการพัฒนาห้องปฏิบัติการด้านการทดสอบ วิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรมโลหะผงขึ้นเป็นการเฉพาะและเร่งด่วน

4. การพัฒนาโลหะผงทังสเตนคาร์ไบด์ เป็นชิ้นงานความแข็งแรงสูงและทนการสึกหรอสูง เพื่อนำไปใช้งานในอุตสาหกรรม ต้องมีการพัฒนากระบวนการผสมโลหะผง กระบวนการอัดขึ้นรูปโลหะผง และกระบวนการอบผนึก ให้มีศักยภาพมากขึ้น

5. การพัฒนากระบวนการผลิตโลหะผงให้มีความยั่งยืน ต้องมีการสร้างเทคโนโลยีที่สามารถส่งเสริมและสนับสนุนการตรวจสอบ และ การวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ เช่น การคัดขนาดอนุภาคด้วยเครื่องจักรกลที่มีประสิทธิภาพ การพัฒนาเครื่องมือทดสอบสมบัติในด้านต่าง ๆ และการผลิตชิ้นงานซีเมนต์คาร์ไบด์ให้มีคุณภาพสูงขึ้นเทียบเท่ากับสินค้านำเข้า มีความจำเป็นมากขึ้น