บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิธีการขึ้นรูปวัสดุเชิงประกอบอะลูมินา-ไททาเนียมคาร์ไบด์โดยการอัดขึ้นรูปด้วยความดันที่เท่ากันทุกทิศทางภายใต้อุณหภูมิสูง โดยการใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 1450 ถึง 1650 องศาเซลเซียส ความดัน 1500 ถึง 1600 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และเวลาตั้งแต่ 30 ถึง 60 นาที จากภาวะที่กำหนดในการทดลองสามารถทำให้ชิ้นงานที่ผลิตได้ มีความหนาแน่นสูงและสมบัติเชิงกลที่ดี ผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1.การเผาผนึกชิ้นงานก่อนการ HIP ที่อุณหภูมิถึง 1900 องศาเซลเซียส เวลา 120 นาที ภายใต้บรรยากาศแก๊สอาร์กอน ทำให้ชิ้นงานมีความหนาแน่นสูงกว่าร้อยละ 95 ของความหนาแน่นทางทฤษฎี สามารถทำการ HIP โดยไม่ใช้แคปซูลห่อหุ้มชิ้นงานได้

2.การใช้อัตราความร้อนที่ 15 องศาเซลเซียส/นาที ในการเผาผนึก สามารถช่วยระงับการเกิดปฏิกิริยาของแก๊สเฟส Al_2O ,TiO และ CO ได้ ลดการเกิดรูพรุนในโครงสร้างของชิ้นงาน เป็นผลทำให้ได้ชิ้นงานมีความหนาแน่นสูงกว่าร้อยละ 95 ของความหนาแน่นทางทฤษฎี

3.การใช้ผง Al_2O_3 + C + TiC ฝังกลบชิ้นงานระหว่างการเผาผนึกสามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีของวัสดุเชิงประกอบอะลูมินา - ไททาเนียมคาร์ไบด์ได้

4.การกำหนดภาวะที่ใช้ในการHIPได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน และเวลา มีผลต่อความหนาแน่นและสมบัติเชิงกลของชิ้นงาน โดยจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ ความดัน และเวลาที่มากขึ้น

5.กระบวนการ HIP สามารถเพิ่มความหนาแน่นของชิ้นงานได้ ซึ่งจากการนำชิ้นงานที่ผ่านการเผาผนึกมาแล้วซึ่งมีความหนาแน่นร้อยละ 95.14 ของความหนาแน่นทางทฤษฎีมาทำการ HIP สามารถเพิ่มความหนาแน่นเป็นร้อยละ 99.34 ของความหนาแน่นทางทฤษฎี ที่อุณหภูมิ 1650 องศาเซลเซียส ความดัน 1600 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และเวลา 60 นาที และ มีสมบัติเชิงกลดีขึ้น

6.กระบวนการ HIP สามารถปรับปรุงสมบัติเชิงกลของชิ้นงานให้ดีขึ้นได้จากการนำชิ้นงานที่ผ่านการเผาผนึกมาแล้วมีค่าความแข็ง 19.711 จิกะปาสคาล ค่าความทนต่อการคัดโค้ง 244.818 เมกกะปาสคาล และค่าโมดูลัสของยัง 234.580 จิกะปาสคาล มาผ่านกระบวนการ HIP จะมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเป็น 23.732 จิกะปาสคาล ค่าความทนต่อการคัดโค้งเพิ่มขึ้นเป็น 450.303 เมกกะปาสคาลและค่าโมดูลัสของยัง เพิ่มขึ้นเป็น 454.613 จิกะปาสคาลที่อุณหภูมิ 1650 องศาเซลเซียส ความดัน 1600 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และ เวลา 60 นาที

7.ค่าความเหนียวจะลดลงเมื่ออุณหภูมิการ HIP สูงขึ้น เนื่องจากชิ้นงานมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิทำให้จำนวนรูพรุนในเนื้อวัสดุจึงมีจำนวนน้อยลง เมื่อจำนวนรูพรุนมีน้อยวัสดุสามารถดูดซับพลังงานที่เกิดจากมีแรงจากภายนอกมากระทำกับชิ้นงานได้น้อยลงเป็นผลทำให้วัสดุมีความเหนียวต่ำ

ข้อจำกัดของการวิจัย

การทำวิจัยครั้งนี้ส่วนใหญ่ต้องใช้อุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีสูงและซับซ้อนได้แก่ เตาเผาอุณหภูมิสูง 2400 องศาเซลเซียส เครื่องHot Isostatic Press (HIP) เครื่อง Cold Isostatic Press (CIP) ทำให้ค่าใช้จ่ายในการใช้อุปกรณ์และวัสดุสิ้นเปลืองสำหรับการวิจัยค่อนข้างสูง และ ใช้เวลามากในการทดลองทำให้มีข้อจำกัดที่จะนำเทคโนโลยีไปสู่อุตสาหกรรมการผลิตแบบต่อเนื่อง เนื่องจากมีอัตราการผลิตต่ำและต้นทุนสูง

ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยและทดลองนี้สามารถทำการปรับปรุงและพัฒนาขั้นต่อไปได้ดังนี้

1.สามารถทำการปรับปรุงสมบัติเชิงกลของชิ้นงานได้โดยการใช้อนุภาคไททาเนียมคาร์ไบด์ ที่มีลักษณะรูปร่างแบบเข็ม (Whiskers) ผสมกระจายตัวอยู่ในเนื้อของอะลูมินา ซึ่งจะทำให้เพิ่มสมบัติด้านความเหนียวให้กับวัสดุเชิงประกอบดีขึ้น

2.การเลือกใช้สารปรับปรุงสมบัติมีความสำคัญมากต่อสมบัติเชิงกลของชิ้นงานทั้งประเภทและปริมาณ ควรเลือกให้เหมาะสมเพื่อให้ได้สมบัติเชิงกลที่ดีขึ้น

3.การเลือกกระบวนการ HIP แบบไม่ใช้แคปซูลห่อหุ้มชิ้นงาน เป็นวิธีที่เหมาะสมต่อการที่จะพัฒนาเพื่อการผลิตในเชิงพาณิชย์ เนื่องจากต้นทุนต่ำ

4.การเลือกใช้อัตราส่วนระหว่างอะลูมินากับไททาเนียมคาร์ไบด์ต้องมีความเหมาะสมเนื่องจากมีผลต่อสมบัติเชิงกล

5. การควบคุมปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างการเผาผนึกมีความสำคัญมากสำหรับในการผลิตวัสดุเชิงประกอบอะลูมินา - ไททาเนียมคาร์ไบด์ เนื่องจากเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อโครง-สร้าง ความหนาแน่น และ สมบัติเชิงกล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย