บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาทดลองการกลึงเหล็กหล่อเทาด้วยใบมีดคาร์ไบด์และเซรามิก โดยใช้การออกแบบการทดลองแบบ Factorial Design ทำการศึกษาทดลองค่าความขรุขระของพื้นผิวและความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงาน โดยในเบื้องต้นได้กำหนดตัวแปรที่คาดว่ามีผลในการทดลอง คือ ความเร็วตัด (Cutting speed) อัตราป้อน (Feed) และความลึกในการตัด (Depth of cut) โดยผลตอบสนองคือความขรุขระของพื้นผิว (R_a) และความคลาดเคลื่อนขนาดชิ้นงาน (Dimensional error) ผลการศึกษาพบว่า

5.1.1 ปัจจัยที่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวของเหล็กหล่อเทาที่ผ่านการกลึงด้วยใบมีดเซรามิกคือ ความเร็วตัด อัตราป้อน และความลึกในการป้อน รวมทั้งอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย(Interaction) ของทุกปัจจัย

5.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงานของเหล็กหล่อเทา ที่ผ่านการกลึงด้วยใบมีดเซรามิก คือความเร็วตัด อัตราป้อน และความลึกในการป้อน รวมทั้งอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย(Interaction)ของทุกปัจจัย

5.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวของเหล็กหล่อเทา ที่ผ่านการกลึงด้วยใบมีดคาร์ไบด์ นั้นปัจจัยที่ส่งผลต่อความขรุขระพื้นผิวงานกลึง คือ ความเร็วตัด อัตราป้อน และอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย(Interaction)ของทุกปัจจัย โดยมีแนวโน้มว่าการใช้อัตราป้อนต่ำมีผลทำให้ค่าความขรุขระลดลง และเมื่อเพิ่มความเร็วตัดให้สูงขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความขรุขระเพิ่มขึ้น

5.1.4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงานของเหล็กหล่อเทา ที่ผ่านการกลึงด้วยใบมีดคาร์ไบด์ คือ ความเร็วตัด อัตราป้อน และอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย(Interaction)ของทุกปัจจัยยกเว้นอิทธิร่วมระหว่างความเร็วตัดกับความลึก โดยมีแนวโน้มว่าการใช้อัตราป้อนต่ำมี

ผลทำให้ค่าความขรุขระลดลง และเมื่อเพิ่มความเร็วตัดให้สูงขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความขรุขระเพิ่มขึ้น

5.1.5 ค่าความขรุขระพื้นผิวของเหล็กหล่อที่ผ่านการกลึงด้วยใบมีดเซรามิกเพิ่มขึ้นเมื่อค่าอัตราป้อนและความลึกในการตัดเพิ่มขึ้น และค่าความขรุขระพื้นผิวของเหล็กหล่อมีค่าลดลงเมื่อค่าความเร็วตัดเพิ่มขึ้น

5.1.6 ค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงานของเหล็กหล่อที่ผ่านการกลึงด้วยใบมีดเซรามิกเพิ่มขึ้นเมื่อค่าอัตราป้อนและความลึกในการตัดเพิ่มขึ้น และค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงานของเหล็กหล่อมีค่าลดลงเมื่อค่าความเร็วตัดเพิ่มขึ้น

5.1.7 ค่าความขรุขระพื้นผิวของเหล็กหล่อที่ผ่านการกลึงด้วยใบมีดคาร์ไบด์เพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเร็วตัด อัตราป้อนและความลึกในการตัดเพิ่มขึ้น

5.1.8 ค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงานของเหล็กหล่อที่ผ่านการกลึงด้วยใบมีดคาร์ไบด์เพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเร็วตัด อัตราป้อน และความลึกในการตัดเพิ่มขึ้น

5.1.9 ค่าความขรุขระพื้นผิวและค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงานของเหล็กหล่อออกมาในทิศทางเดียวกันคือ เมื่อค่าความขรุขระพื้นผิวเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงานเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งที่ผ่านการกลึงด้วยใบมีดเซรามิกและคาร์ไบด์

5.1.10 สมการประเมินค่าความสามารถในการกลึง ที่แสดงไว้ในบทที่ 4 ชี้ให้เห็นว่า เมื่อใช้ใบมีด Ceramics กลึงชิ้นงานเหล็กหล่อจะให้ผลในการตัดชิ้นงานที่ดีกว่า การใช้ใบมีด Carbide ในการกลึงทุกสภาวะการตัดที่กำหนดไว้ในการทดลองนี้ (การกลึงหยาบ การกลึงกึ่งหยาบ-กึ่งละเอียด และการกลึงละเอียด)

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาทดลองการกลึงเหล็กหล่อเทาด้วยใบมีดคาร์ไบด์และเซรามิกที่เงื่อนไขการตัดต่าง ๆ กันจากการวิจัยครั้งนี้พบว่า

5.2.1 มีดเซรามิกสามารถใช้งานที่ความเร็วตัดได้สูงกว่ามีดคาร์ไบด์ซึ่งสังเกตได้จากค่าความขรุขระพื้นผิวและค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงานที่สภาวะการตัดเดียวกัน มีดเซรามิกจะมีแนวโน้มที่ส่งผลต่อค่าความขรุขระพื้นผิวและค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงานที่น้อยกว่ามีดคาร์ไบด์

5.2.2 จากการทดลองภายใต้สภาวะเงื่อนไขที่ทดลองพบว่ามีดเซรามิกสภาวะการตัดที่ดีที่สุดคือที่ความเร็วตัด 550 เมตรต่อนาที อัตราป้อนที่ 0.02 มิลลิเมตรต่อรอบ และความลึกในการป้อน 0.2 มิลลิเมตรและมีดคาร์ไบด์สภาวะการตัดที่ดีที่สุด คือที่ความเร็วตัด 400 เมตรต่อนาที อัตราป้อนที่ 0.06 มิลลิเมตรต่อรอบ และความลึกในการป้อน 0.1 มิลลิเมตร

5.2.3 จากการเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากสมการ โดยทำการ การทดสอบ Paired Samples T-Test ระหว่างค่าที่ได้จากการทดลองและการทำนาย พบว่า ค่าทั้งสองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($\alpha = 0.05$)

5.2.4 จากการทดสอบความเคลื่อนของการพยากรณ์พบว่า ค่า MAD และ MSE มีค่าต่ำแสดงว่าการพยากรณ์ให้ความแม่นยำและค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้($\pm$10%)

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรมีการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการสึกหรอของใบมีด ที่มีผลต่อค่าความขรุขระและความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงาน เนื่องจากในระหว่างการทดลองจะสังเกตเห็นว่าเมื่อใบมีดเกิดการสึกหรอค่าความขรุขระและความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงานจะเพิ่มขึ้นด้วยรวมไปถึงชนิดของการสึกหรอที่เกิดขึ้นด้วย

5.3.2 การจับยึดชิ้นงานในการทดลองครั้งนี้ เป็นการจับยึดในลักษณะอัดชิ้นงานเข้ากับเพลา-อัด(Mandrel)ในระหว่างการทดลอง ผู้วิจัยสังเกตพบว่าการวางแนวศูนย์กลางของการจับชิ้นงานก็มีผลต่อค่าความขรุขระและค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงาน เนื่องจากการแกว่งของชิ้นงานจะทำให้ผิวสำเร็จมีลักษณะของความคลื่นผสมกับความขรุขระของผิวชิ้นงาน จึงควรมีการศึกษาผลกระทบของการสั่นสะเทือนของชิ้นงานต่อค่าความขรุขระและความคลาดเคลื่อนของขนาดชิ้นงาน

5.3.3 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับทางด้านเชิงเศรษฐศาสตร์ว่าการใช้ใบมีดเซรามิกและคาร์ไบด์วัสดุมีดชนิดใดที่ให้ค่าผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่ดีกว่า