

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของพารามิเตอร์กระบวนการกัดต่อสมบัติ เหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่ม ออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steels) AISI 316 โดยศึกษาความเรียบของผิวงานและการสึก หรอของดอกกัด โดยใช้ดอกกัด HSS กัดเหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steels) AISI 316 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองได้แก่ความเร็วรอบ อัตราป้อนและระยะป้อนลึก เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ เครื่องกัด CNC เครื่องวัดหาค่าความขรุขระของพื้นผิว เครื่อง ชั่งน้ำหนัก การวิจัยได้กำหนดตัวแปรในการทดลองคือ ตัวแปรต้นได้แก่ความเร็วรอบ อัตราป้อนและ ระยะป้อนลึก ส่วนตัวแปรตามได้แก่ ค่าความเรียบผิว (คุณภาพของผิวงาน) และการสึกหรอของดอก กัด กำหนดให้ความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 700 ,750 และ800 รอบ/นาที อัตราป้อน (Feed Rate) 3 ระดับ คือ 120 , 130 และ 140 มิลลิเมตร/นาที และความลึกในการป้อน (Depth of Cut) 3 ระดับคือ 0.7,0.8 และ0.9 มิลลิเมตร ชิ้นงานมีขนาดความกว้างขนาด 40 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร และหนา 10 มิลลิเมตร ต่อ 1 ชิ้น ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองโดยใช้ Factorial Design แบบ 3 ค่าทางสถิติที่ใช้ใน การวิเคราะห์ข้อมูลคือ ANOVA และค่าระดับความเชื่อมั่น 95% หรือที่ระดับนัยสำคัญ 5% ($Q = 0.05$) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อศึกษาผลของพารามิเตอร์กระบวนการกัดต่อสมบัติ เหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่ม ออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steels) AISI 316 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ผลการทดลองเบื้องต้นเพื่อหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมไปใช้ในการทดลองจริง

ปรากฏว่า เมื่อกำหนดให้ความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 700 ,750 และ800 รอบ/นาที อัตราป้อน (Feed Rate) 3 ระดับคือ 120 , 130 และ 140 มิลลิเมตร/นาที และระยะป้อนลึกในการป้อน (Depth of Cut) 3 ระดับคือ 0.7,0.8 และ 0.9 มิลลิเมตร ได้ทำการทดลองเบื้องต้นได้ค่าความเรียบของผิวเท่ากับ 1.932 , 0.799 , 1.389 , 1.215 , 1.436,1.208,1.537,1.076,1.059,1.996,1.827 และ1.038 μm ตามลำดับตามตารางที่ 4.1 และได้ค่าการสึกหรอของดอกกัด เท่ากับ 0.0242 , 0.0202 , 0.0322 , 0.0150 , 0.0195 , 0.0159 , 0.0340 , 0.0209 , 0.0260 , 0.0195 , 0.0289 และ 0.0204 g (กรัม) ตามลำดับ ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 ซึ่ง ทั้ง 2 กลุ่มมีค่าข้อมูลการแจกแจงแบบปกติค่า P-Value มากกว่า .05 คือ 0.444 และ 0.275 ซึ่งค่า P-Value จากการทดลองจะต้องมีค่ามากกว่า .05 นั่นแสดงว่าตัวแปรที่ได้กำหนดขึ้นมานั้นเหมาะสม สามารถที่จะทำไปดำเนินการทดลองต่อไปได้

5.1.2 ผลจากการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิวงาน

ปัจจัยที่เป็นอิทธิพลร่วม (Interaction Effects) ความเร็วรอบ อัตราป้อน และระยะป้อนลึกในการกัด มีผลต่อคุณภาพผิวงาน (ความเรียบผิว) ในการกัดเหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steels) AISI 316 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปัจจัยที่เป็นอิทธิพลร่วม (Interaction Effects) ความเร็วรอบ อัตราป้อน และระยะป้อนลึก ในการกัดมีค่านัยสำคัญทางสถิติ = .000 มีค่าน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งปัจจัยที่เป็นอิทธิพลร่วมมีผลต่อคุณภาพของผิวงาน ทำให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผิวงาน

5.1.3 ผลจากการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสึกหรอของดอกกัด

ปัจจัยที่เป็นอิทธิพลร่วม (Interaction Effects) ความเร็วรอบ อัตราป้อน และระยะป้อนลึกในการกัด มีผลต่อการสึกหรอของดอกกัด ในการกัดเหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steels) AISI 316 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปัจจัยที่เป็นอิทธิพลร่วม (Interaction Effects) ในการกัดมีค่านัยสำคัญทางสถิติ = .000 มีค่าน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งปัจจัยร่วมมีผลต่อการสึกหรอของดอกกัดทำให้ส่งผลกระทบต่อผลการสึกหรอของดอกกัด

5.2 อภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองกัดเหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steels) AISI 316 ด้วยดอกกัดเหล็กความเร็วรอบสูง HSS (High Speed Steel) ชนิดสองคมตัด ที่เงื่อนไขการกัดต่างๆ กันจากการวิจัยนี้พบว่า

5.2.1 พิจารณปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน

ปัจจัยที่เป็นอิทธิพลร่วม (Interaction Effects) ที่มีผลต่อคุณภาพผิวงาน (ความเรียบผิว) ในการกัดเหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steels) AISI 316 โดยใช้ดอกกัดเหล็กความเร็วรอบสูง (High Speed Steel) คือความเร็วรอบ อัตราป้อน และระยะป้อนลึก

กำหนดให้ความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 700, 750 และ 800 รอบ/นาที เมื่อเพิ่มความเร็วรอบมากขึ้นมีผลทำให้ค่าความเรียบของผิวงานมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากความเร็วรอบที่สูงจะทำให้ดอกกัด ตัดเฉือนชิ้นงานในปริมาณที่น้อยกว่าความเร็วรอบที่ต่ำ และตัดเฉือนได้ดีขึ้นทำให้รอยตัดเฉือนมีระยะที่ถี่ขึ้นเช่นกัน จึงทำให้มีความเรียบมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประพล เปี่ยมศักดิ์ชัย [12] ศึกษาความเรียบผิวของงานกัดเหล็กกล้าเครื่องมือเย็น D2 พบว่า เมื่อใช้ความเร็วรอบที่มากขึ้นจะส่งผลทำ

ให้ความเรียบผิวมากขึ้น เนื่องจากความเร็วรอบที่สูงจะทำให้มีดกัดช่วยตัดเฉือนชิ้นงานในปริมาณที่น้อยกว่าความเร็วรอบที่ต่ำ และทำให้รอยตัดเฉือนมีระยะที่ถี่ขึ้น

กำหนดให้อัตราป้อน (Feed Rate) 3 ระดับคือ 120 , 130 และ 140 มิลลิเมตร/นาที ซึ่งมีอิทธิพลต่อความเรียบผิวของงาน เพราะเมื่อให้อัตราป้อนที่ต่ำกว่าจะส่งผลให้ความเรียบของผิวงานมากขึ้น เนื่องจาก อัตราป้อนที่ต่ำจะทำให้มีดกัดสามารถตัดเฉือนชิ้นงานในปริมาณที่น้อยทำให้เกิดแรงเสียดทานระหว่างมีดกัดและชิ้นงานต่ำไปด้วยรวมทั้งมีดกัดสามารถตัดเฉือนชิ้นงานได้ถี่ขึ้นจึงทำให้มีความเรียบมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Eyup Bagci, และคณะ [11] ได้ศึกษาปัจจัยที่จะทำให้ค่าความเรียบผิวดีที่สุดในการกัดเหล็ก Cobalt – Based Alloy ซึ่งผลการทดลองปรากฏว่าทั้งสามปัจจัยมีผลต่อความเรียบผิว เพราะเมื่อเพิ่มอัตราป้อนมากขึ้นจะมีผลทำให้ความเรียบผิวมีค่าเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ

ระยะป้อนลึกในการป้อน (Depth of Cut) 3 ระดับคือ 0.7,0.8 และ 0.9 มิลลิเมตร ซึ่งมีอิทธิพลต่อความเรียบผิวของงานเมื่อระยะป้อนลึกน้อยจะทำให้ผิวมีความเรียบมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภเอก ประมูลมาก และวิเชียร เกื้อนเครือวัลย์ [15] ศึกษาผลกระทบของระยะป้อนลึก และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมีดกัดที่มีผลต่อความเรียบผิวของชิ้นงาน พบว่า ระยะป้อนลึกที่น้อยกว่าจะส่งผลให้ผิวงานมีคุณภาพดีกว่าระยะป้อนลึกที่มาก เพราะว่าเมื่อใช้ดอกกัดขนาดเล็กกัดชิ้นงานในระยะที่ลึกมากขึ้นจะทำให้เกิดแรงเสียดทานที่ด้านข้างคมตัดและเกิดการสั่นสะเทือน จึงส่งผลให้ผิวชิ้นงานหยาบขึ้น

5.2.2 พิจารณปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสึกหรอของดอกกัด

ปัจจัยที่เป็นอิทธิพลร่วม (Interaction Effects) ในการกัดมีผลต่อการสึกหรอของดอกกัดในการกัดเหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steels) AISI 316 โดยใช้ดอกกัดเหล็กความเร็วรอบสูง (High Speed Steel) คือ ความเร็วรอบ อัตราป้อน ระยะป้อนลึก

กำหนดให้ความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 700 ,750 และ 800 รอบ/นาที ซึ่งมีผลต่อการสึกหรอของดอกกัดเมื่อใช้ความเร็วที่ต่ำกว่าจะส่งผลให้เกิดการสึกหรอของคมตัดน้อยกว่าการใช้ความเร็วรอบที่สูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประวุฒิ เพชรไพรินทร์ [14] ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิวและความสึกหรอของคมตัดในการกัดทองเหลืองผสม พบว่า เมื่อใช้ความเร็วรอบที่ต่ำกว่าจะส่งผลให้เกิดการสึกหรอของคมตัดน้อยกว่าการใช้ความเร็วรอบที่สูง เนื่องจาก ความเร็วรอบที่สูงจะทำให้เกิดความร้อนจากการเสียดสีในกระบวนการกัด ซึ่งส่งผลให้เกิดการสึกหรอของคมตัดมากขึ้น

กำหนดให้อัตราป้อน (Feed Rate) 3 ระดับคือ 120 , 130 และ 140 มิลลิเมตร/นาที ซึ่งมีผลต่อการสึกหรอของดอกกัด คือ เมื่อใช้อัตราป้อนที่ต่ำกว่าจะส่งผลให้เกิดการสึกหรอของดอกกัดน้อยกว่าการใช้ อัตราป้อนที่สูง เนื่องจาก อัตราป้อนที่ต่ำจะทำให้มีดกัดสามารถตัดเฉือนชิ้นงานในปริมาณที่น้อยกว่า อัตราป้อนที่สูงเมื่อเทียบปริมาณการตัดเฉือนเนื้อโลหะในแต่ละคมตัด ซึ่งทำให้เกิดแรงเสียดทาน และความร้อนในการตัดเฉือนต่างกันจึงส่งผลให้เกิดการสึกหรอที่ต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประวุฒิ เพชรไพรินทร์ [14] จากการกัดชิ้นงานทองเหลืองผสมโดยใช้ น้ำมันตัดเฉือนแบบผสมน้ำช่วยในการหล่อเย็น พบว่า อัตราป้อนมีผลต่อความสึกหรอของคมตัด เมื่อใช้อัตราป้อนที่ต่ำกว่าจะส่งผลให้เกิดการสึกหรอของคมตัดน้อยกว่าการใช้ อัตราป้อนที่สูง เพราะว่าเพิ่มอัตราป้อนมากขึ้นทำให้มีดกัดงานมีระยะห่างระหว่างรอยกัดกว้าง ซึ่งส่งผลต่อปริมาณของเศษโลหะ และแรงเสียดทานมากขึ้นจึงส่งผลให้เกิดการสึกหรอมากขึ้น

ระยะป้อนลึกในการป้อน (Depth of Cut) 3 ระดับคือ 0.7,0.8 และ 0.9 มิลลิเมตร ซึ่งมีอิทธิพลต่อการสึกหรอของดอกกัด คือ เมื่อใช้ระยะป้อนลึกที่ต่ำกว่าในการกัดจะทำให้การสึกหรอของดอกกัดน้อยกว่าระยะป้อนลึกที่มากกว่า เพราะว่าในการกัด ดอกกัดจะตัดเฉือนชิ้นงานด้วยคมตัดด้านข้างจึงส่งผลให้เมื่อกัดลึกมากเท่าใดผิวของคมตัดด้านข้างจะสัมผัสชิ้นงานมากขึ้นเท่านั้น จึงส่งผลให้มีการสึกหรอเนื่องจากการขัดสีที่ผิวด้านข้าง หรือผิวหลบ (Flank Wear) มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ [16] ได้ทำการศึกษา เปรียบเทียบประสิทธิภาพการด้านทานการสึกหรอของเอ็นมิลล์ประเภท ทังสเตนคาร์ไบด์ ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนและแม่พิมพ์ ซึ่งโดยทั่วไปเป็นการสึกหรอที่เกิดจากชิ้นงานเคลื่อนที่สัมผัสผ่านมีดกัดในขณะเดียวกันก็เกิดเศษตัด (Chip) แยกตัวออกมาจากชิ้นงาน ถ้าการสึกหรอด้านผิวหลบขยายตัวเพิ่มขึ้น ก็จะมีผลโดยตรงต่อขนาดของร่องกัดมากขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ตัวแปรอิสระอื่นๆ เช่น ชนิดของดอกกัด ขนาดของดอกกัด ชนิดของวัสดุทดลอง เป็นต้น อาจจะส่งผลต่อคุณภาพความเรียบผิว และการสึกหรอของดอกกัด ซึ่งควรได้รับการศึกษาต่อไป
2. ควรมีการศึกษาร่วมกับผู้ประกอบการในอุตสาหกรรม เพื่อจะได้นำความรู้ในการวิจัยนี้ไปใช้ในการกัด เพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ และลดต้นทุนการผลิตในงานอุตสาหกรรมเนื่องจากสามารถทดแทนงานเจียรนัย ทำให้เป็นประโยชน์อย่างมากในเชิงพาณิชย์และเพื่อการแข่งขันในอุตสาหกรรมทั้งในและต่างประเทศต่อไป