

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเรียบผิว ในกระบวนการกัดอะลูมิเนียมผสม เกรด AA7075 ที่ผ่านการบ่มแข็ง โดยการวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวงาน (Ra) ปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วย ระยะป้อนลึก 3 ระดับ ได้แก่ 1.0, 2.0 และ 3.0 มิลลิเมตร ความเร็วรอบ 3 ระดับ ได้แก่ 1500, 2300 และ 3000 รอบต่อนาที อัตราป้อน 3 ระดับ ได้แก่ 100, 140 และ 180 มิลลิเมตรต่อนาที ซึ่งปัจจัยดังกล่าวส่งผลต่อคุณภาพความเรียบผิวงานในกระบวนการกัดอะลูมิเนียมผสม เกรด AA7075 ที่ผ่านการบ่มแข็ง เปรียบเทียบกับมาตรฐานของค่าความเรียบผิวที่ได้จากการเจียรนัย ($Ra=0.1-1.6\mu m$) โดยในกระบวนการกัดจะกัดชิ้นงานด้วยดอกกัด (End mill) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร พร้อมทั้งใช้น้ำมันหล่อเย็น ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อดูปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพความเรียบผิวงานที่ได้จากการทดลองอย่างไร หลังจากทำการทดลองแล้วนำข้อมูลวิเคราะห์ผลการทดลอง ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเรียบผิว ในกระบวนการกัดอะลูมิเนียมผสม เกรด AA7075 ที่ผ่านการบ่มแข็ง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ผลการทดลองเบื้องต้นเพื่อหาระดับตัวแปรต้นที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการทดลอง ปรากฏว่าค่าความเรียบของผิวงานอยู่ในขอบเขตที่กำหนด โดยเปรียบเทียบกับคุณภาพของผิวงานที่ได้จากการขอบเขตของผิวงานจากการเจียรนัย ($Ra=0.1-1.6\mu m$) โดยที่กำหนดระยะป้อนลึกในการกัด 3 ระดับ ได้แก่ 1.0, 2.0 และ 3.0 มิลลิเมตร ความเร็วรอบมี 2 ระดับ ได้แก่ 1500 และ 3000 รอบต่อนาที อัตราป้อนมี 2 ระดับ ได้แก่ 100 และ 180 มิลลิเมตรต่อนาที ปรากฏว่าผลการทดลองเบื้องต้นค่าความเรียบของผิวงานอยู่ในขอบเขต

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยหลัก (Main Effects) จากตารางที่ 4.4 วิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าความเร็วรอบ (Speed) มีค่า $P = .040 < \alpha = .05$ และอัตราป้อน (Feed Rate) มีค่า $P = .000 < \alpha = .01$ ซึ่งทั้งสองปัจจัยหลัก ส่งผลต่อคุณภาพความเรียบของผิวงาน ส่วนระยะป้อนลึก (Depth of cut) มีค่า $P = .726$ ไม่ส่งผลต่อคุณภาพของผิวงานเพราะค่า $P > \alpha = .05$

5.1.3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยร่วม (Interaction) จากตารางที่ 4.4 วิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าปัจจัยร่วมในการทดลองระหว่าง ระยะป้อนลึกกับความเร็วรอบมีค่า $P = .034$, ระยะป้อนลึกกับอัตราป้อนมีค่า P

=.012, ความเร็วรอบกับอัตราป้อนมีค่า $P = .001$ และระยะป้อนลึกกับความเร็วยรอบกับอัตราป้อนมีค่า $P = .003$ สรุปได้ว่าปัจจัยร่วมทั้งหมด ส่งผลต่อคุณภาพของผิวงานเพราะค่า $P > \alpha = .05$

5.1.4 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรจากการทดลองที่ระดับของอัตราป้อน 100 มม./นาที พบว่าค่าความเรียบผิว (R_a) ที่ดีที่สุด คือ การใช้ความเร็วรอบในการกัดที่ 1500 รอบ/นาที และระยะป้อนลึกที่ระดับ 1.0 มม. ซึ่งมีค่าประมาณ $0.542 \mu\text{m}$ เมื่อพิจารณาจากการทดลองที่ระดับของอัตราป้อน 140 มม./นาที พบว่าค่าความเรียบผิว (R_a) ที่ดีที่สุด คือ การใช้ความเร็วรอบในการกัดที่ 3000 รอบ/นาที และระยะป้อนลึกที่ระดับ 1.0 มม. ซึ่งมีค่าประมาณ $0.855 \mu\text{m}$ และเมื่อพิจารณาจากการทดลองที่ระดับของอัตราป้อน 180 มม./นาที พบว่าค่าความเรียบผิว (R_a) ที่ดีที่สุด คือ การใช้ความเร็วรอบในการกัดที่ 2300 รอบ/นาที และระดับของการป้อนลึกที่ 1.0 มม. ซึ่งมีค่าประมาณ $0.695 \mu\text{m}$

5.1.5 การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เพื่อการพยากรณ์ค่าความเรียบของผิวงาน (R_a) สามารถสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ดังนี้

1) การวิเคราะห์การถดถอย เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ, อัตราป้อนกับความเรียบของผิวงานกัด ดังตารางที่ 4.5

สมการถดถอย $R_a = 0.984237 - 0.000103323(\text{Speed}) + 0.00235556(\text{Feed})$

เมื่อ Speed = ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)

Feed = อัตราป้อน (มม./นาที)

หากพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจของการพยากรณ์ได้จากค่า $R^2=0.058$ หมายความว่า อัตราป้อนต่อค่าความเรียบของผิวงานเท่ากับ 5.8 %

2) การทดสอบว่าระหว่างตัวแปร อัตราป้อนมีความสัมพันธ์กับค่าความเรียบของผิวงานดังตารางที่ 4.5 มีค่า Sig. = .016 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .05 จึงสรุปได้ว่าอัตราป้อนมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม (ความเรียบของผิวงาน) และสามารถนำไปพยากรณ์หาค่าความเรียบของผิวงานได้อย่างมีนัยสำคัญ .05

5.2 การอภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาทดลองการวิจัย เรื่อง การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเรียบผิว ในกระบวนการกัดอะลูมิเนียมผสม เกรด AA7075 ที่ผ่านการบ่มแข็ง ที่เงื่อนไขการกัดต่างๆ จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า

5.2.1 ระยะป้อนลึก (Deep of cut) จากการทดลองได้กำหนดไว้ 3 ระดับ ได้แก่ 1.0, 2.0 และ 3.0 มิลลิเมตร ไม่ส่งผลต่อคุณภาพความเรียบผิวงาน เนื่องจากการกำหนดขอบเขตระยะห่างของระยะป้อนลึกต่างกันน้อยเกินไป ประกอบกับระยะเวลาในการกัดชิ้นงานใช้เวลาน้อย จึงทำให้ระยะป้อนลึกไม่ส่งผลต่อความเรียบผิวงาน แม้ว่าจะไม่ส่งผลต่อคุณภาพผิวงาน แต่ไม่ควรที่จะป้อนลึกมากเกินไป เพราะโดยหลักการของการกัดต้องการปรับปรุงขนาดและคุณภาพผิวงานให้อยู่ในขอบเขตของการเจียรนัยเท่านั้น ซึ่งหากป้อนลึกมากอาจส่งผลต่ออายุการใช้งานของดอกกัด ภาระที่ดอกกัดต้องรับแรงกระทำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประพล เปี่ยมศักดิ์ชัย[14] ได้ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อความเรียบผิว ในการกัดเหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็น D2 ซึ่งกำหนดระยะป้อนลึกไว้ 3 ระดับ ได้แก่ 0.25, 0.50 และ 0.75 มิลลิเมตร ผลการศึกษาพบว่า ความเร็วตัด และอัตราป้อนมีอิทธิพลต่อความเรียบผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ส่วนระยะป้อนลึกไม่มีผลต่อความเรียบผิว

5.2.2 ความเร็วรอบ (Speed) จากการทดลองได้กำหนดไว้ 3 ระดับ ได้แก่ 1500, 2300 และ 3000 รอบต่อนาที จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง พบว่าความเร็วรอบส่งผลต่อความเรียบผิวงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนี้ ความเร็วรอบระดับ 1500 รอบ/นาที ค่าความเรียบของผิวงานเฉลี่ย 1.175 μm ความเร็วรอบระดับ 2300 รอบ/นาที ค่าความเรียบของผิวงานเฉลี่ย 1.041 μm และ ความเร็วรอบระดับ 3000 รอบ/นาที ค่าความเรียบของผิวงานเฉลี่ย 1.022 μm ความเร็วรอบที่ระดับสูงทำให้ความเรียบผิวงานมีความเรียบมากกว่าความเร็วรอบที่ระดับต่ำ เนื่องจากการหมุนตัดซ้ำกันหลายๆ ครั้ง เปรียบเสมือนการขัดผิวงาน มีผลทำให้ค่าความเรียบผิวงานลดลง (ผิวงานมีความเรียบละเอียดขึ้น) และหากมีการเพิ่มความเร็วรอบสูงจนเกินไปอาจจะส่งผลต่ออายุการใช้งาน การสึกหรอของดอกกัดได้ ซึ่งความเร็วรอบก็มีความสัมพันธ์กับอัตราป้อนด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pantawane. P.D, Ahuja. B.B [14] ศึกษา Experimental investigations and multi-objective optimization of friction drilling process on AISI 1015 การเพิ่มความเร็วรอบจาก 2500-4500 rpm ความเรียบผิวจะลดลงจาก 0.536 cm เป็น 0.341 cm ความผิดพลาดของขนาดรูเจาะพบว่าเพิ่มขึ้นจาก 452 cm เป็น 495 cm เมื่ออัตราป้อนเปลี่ยนแปลงจาก 71.36 เป็น 198.64 mm./min และขนาดของดอกเจาะส่งผลทำให้ขนาดของรูเจาะผิดพลาดขณะที่ความเรียบผิวลดลงส่งผลให้ได้ผิวที่ดีเยี่ยม ปฏิริยาที่เกิดขึ้นของขนาดดอกเจาะและอัตราป้อนพบว่ามีความสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อขนาดของรูแต่ไม่มีความสำคัญกับความเรียบผิว เงื่อนไขการเลือกค่าที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานเจาะด้วยแรงเสียดทานของเหล็ก

AISI 1015 หนา 1 มม. ที่ดีที่สุดที่ความเร็วรอบ 4500 rpm อัตราป้อน 71.36 mm./min ขนาดดอกเจาะ 7.3 มม. และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชุมพร ช่างกลึงเหมาะ[15] ได้ศึกษาการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหยาบละเอียดผิวของชิ้นงานกับเงื่อนไขการกัดของวัสดุพอกซีเรซินเดิมอูมิเนียม ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกัดชิ้นงานด้วยเงื่อนไขการกัดต่างๆ (การเปลี่ยนค่าความเร็วรอบ ดอกกัด การป้อนกัดลึก และอัตราการป้อนกัด) จากนั้นชิ้นงานที่ได้จึงถูกนำมาวัดความหยาบละเอียดของผิว ผลการศึกษาพบว่าการใช้พื้นผิวจริงต่อพื้นผิวระนาบ (A_m/A_n) สามารถใช้แทนความหยาบละเอียดของผิวชิ้นงานในลักษณะระนาบได้เป็นอย่างดีและตัวแปรดังกล่าวตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของ ความเร็วรอบดอกกัด อัตราป้อนกัด และการป้อนกัดลึก ตามลำดับ

5.2.3 อัตราป้อน (Feed Rate) จากการทดลองได้กำหนดอัตราป้อนไว้ 3 ระดับ ได้แก่ 100, 140 และ 180 มิลลิเมตรต่อนาที จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง พบว่าอัตราป้อนส่งผลต่อความเรียบผิว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อาทิ ที่อัตราป้อนระดับ 100 มม./นาที่ ค่าความเรียบของผิวงานเฉลี่ย $0.937\mu\text{m}$. ที่อัตราป้อนระดับ 140 มม./นาที่ ค่าความเรียบของผิวงานเฉลี่ย $1.012\mu\text{m}$. และที่อัตราป้อนระดับ 180 มม./นาที่ ค่าความเรียบของผิวงานเฉลี่ย $1.098\mu\text{m}$. เมื่อพิจารณาอัตราป้อนที่ระดับต่ำทำให้ผิวงานมีความเรียบผิวมากกว่าอัตราป้อนที่ระดับสูง เนื่องจากระยะทางการเดินป้อนของดอกกัดไปตามความยาวของชิ้นงาน ในแต่ละรอบของการหมุนของเพลารองหรือการป้อนตัดจะเดินช้าทำให้ความหนาของเศษตัด (Chips) ออกมาไม่มากหรือไม่อุดตันด้านหน้าของดอกกัดทำให้ผิวงานกัดเรียบมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปวุฒิ เพชรไพรินทร์ [8] พบว่า อัตราป้อนมีผลต่อความเรียบผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากใช้น้ำมันตัดเฉือนแบบผสมน้ำช่วยในการหล่อเย็น พบว่า ที่อัตราป้อน 12.50 มม./นาที่ ความเรียบของผิว มีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.69 ไมโครเมตร ที่อัตราป้อนระดับ 16 มม./นาที่ ค่าความเรียบของผิวมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.65 ไมโครเมตร และที่อัตราป้อนระดับ 20 มม./นาที่ ค่าความเรียบของผิวมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.59 ไมโครเมตร และจากใช้น้ำมันพืช ช่วยในการหล่อเย็น พบว่า ที่อัตราป้อน 12.50 มม./นาที่ ความเรียบของผิว มีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.59 ไมโครเมตร ที่อัตราป้อนระดับ 16 มม./นาที่ ค่าความเรียบของผิว มีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.61 และที่อัตราป้อนขึ้นที่ระดับ 20 มม./นาที่ ความเรียบของผิว มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นที่ประมาณ 0.66 ไมโครเมตร อัตราป้อนมีผลต่อคุณภาพผิวงานอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เมื่อเพิ่มอัตราป้อนให้สูงจากการใช้น้ำมันแบบผสมน้ำ ทำให้ค่าความเรียบผิวของชิ้นงานลดลง ตรงข้ามกับการใช้น้ำมันพืชจะให้ค่าความเรียบผิวชิ้นงานที่สูงขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่าอัตราป้อนส่งผลต่อความเรียบผิว ในกระบวนการกัดอะลูมิเนียมผสม เกรด AA7075 ที่ผ่านการบ่มแข็ง ส่วนระยะป้อนลึกและความเร็วรอบไม่ส่งผลต่อความเรียบผิว ดังนั้นจึงขอเสนอแนะไว้ดังนี้

1. กำหนดระดับของตัวแปร เช่น ระยะป้อนลึก, อัตราป้อนและความเร็วรอบ ให้มีระยะห่างมากกว่าการทดลองครั้งนี้ ซึ่งอาจจะพบข้อแตกต่างมากกว่านี้
2. ควรมีการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบความเรียบผิวงาน ทดลองโดยใช้สารหล่อเย็นชนิดต่างๆ เช่น การใช้น้ำมันหล่อเย็น การใช้น้ำมันก๊าด หรือไม่ใช้สารหล่อเย็นแต่ใช้ลมแทน ซึ่งควรจะได้รับการศึกษาในอนาคตต่อไป
3. ควรมีการศึกษาวิจัยตัวแปรอื่น เช่น การสึกหรอของเครื่องมือตัดเป็นต้น ซึ่งควรจะได้รับ ความสนใจในการศึกษาครั้งต่อไป