

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัย เรื่อง การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเรียบผิวของการกัดเหล็กเครื่องมือ(AISI P20) ที่ผ่านการชุบแข็ง ด้วยเม็คมิดคาร์ไบด์เคลือบผิว เกรด SEMT 13T3AGSN-H ปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วย ระยะป้อนลึก (Depth of cut) มี 3 ระดับคือ 0.25, 0.50 และ 0.75 มิลลิเมตร ความเร็วตัด (Cutting Speed) มี 3 ระดับคือ 100, 150 และ 200 เมตร/นาที และอัตราป้อน (Feed Rate) มี 3 ระดับคือ 0.15, 0.20 และ 0.25 มม./ฟัน และไม่ใช้สารหล่อเย็น ในการกัดเหล็กเครื่องมือ(AISI P20) ที่ผ่านการชุบแข็ง ด้วยเม็คมิดคาร์ไบด์เคลือบผิว เกรด SEMT 13T3AGSN-H ซึ่งปัจจัยดังกล่าวความเร็วตัดและอัตราป้อนมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผิวงาน โดยคุณภาพของผิวงานจะพิจารณาจากค่าความเรียบของผิวชิ้นงานที่ได้จากการกัดเหล็กเครื่องมือ(AISI P20) ที่ผ่านการชุบแข็งเปรียบเทียบกับคุณภาพของผิวงานที่ได้จากการขอบเขตของผิวงานจากการเจียรนัย ($R_a = 0.1-1.6 \mu m$) เพื่อศึกษาว่าปัจจัยหลัก (ระยะป้อนลึก หรือ ความเร็วตัด หรือ อัตราป้อน) หรือปัจจัยร่วม(ระยะป้อนลึก หรือ ความเร็วตัด หรือ อัตราป้อน) ส่งผลต่อคุณภาพของผิวงานที่ได้จากการทดลองได้อย่างไร ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) เพื่อหาขอบเขตของระดับตัวแปรที่เหมาะสม ซึ่งในการทดลองเบื้องต้นได้กำหนดตัวแปรในการทดลองดังตารางที่ 3.1 หลังจากได้แนวทางที่เหมาะสมแล้วจึงทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลนำไปวิเคราะห์ต่อไป และผลจากการศึกษาสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเรียบผิวของการกัดเหล็กเครื่องมือ(AISI P20) ที่ผ่านการชุบแข็งด้วยเม็คมิดคาร์ไบด์เคลือบผิว เกรด SEMT 13T3AGSN-H สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ผลการทดลองเบื้องต้นเพื่อหาระดับตัวแปรต้นที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการทดลอง ปรากฏว่าค่าความเรียบของผิวงานอยู่ในขอบเขตที่กำหนด โดยเปรียบเทียบกับคุณภาพของผิวงานที่ได้จากกระบวนการเจียรนัย ($R_a = 0.1-1.6 \mu m$) โดยที่กำหนดระยะป้อนลึกในการกัด 3 ระดับ ได้แก่ 0.25, 0.50 และ 0.75 มิลลิเมตร ความเร็วตัดมี 2 ระดับ ได้แก่ 100 และ 200 เมตรต่อนาที อัตราป้อนมี 3 ระดับ ได้แก่ 0.15, 0.20 และ 0.25 มิลลิเมตรต่อฟัน ปรากฏว่าผลการทดลองเบื้องต้นค่าความเรียบของผิวงานอยู่ในขอบเขต

5.1.2 ปัจจัยหลัก (Main Effects) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ จากตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 พบว่าอัตราป้อน (Feed Rate) มีผลต่อคุณภาพของผิวงานอย่างยิ่ง ($P = 0.000 < \alpha = 0.01$) และอัตราส่วน

ความเร็วตัด (Cutting Speed) ($P = 0.000 < \alpha = 0.01$) ส่วนระยะป้อนลึก (Depth of cut) ไม่ส่งผลต่อคุณภาพของผิวงานเพราะค่า ($P = 0.212 > \alpha = 0.05$)

5.1.3 ปัจจัยร่วม (Interaction) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ จากตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 พบว่าปัจจัยร่วม ส่งผลต่อความเรียบของผิวงาน เพราะค่า ($P = 0.009 < \alpha = 0.01$)

5.1.4 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของความเร็วตัดทั้ง 3 ระดับ จากตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 พบว่าความเร็วตัดสองคู่มีผลต่อค่าความเรียบของผิวงาน โดยเฉพาะค่าความเร็วตัดที่ 100 ม./นาที่ คู่กับ 150 ม./นาที่ ซึ่งมีค่า $P = 0.002$ ซึ่งน้อยกว่า 0.05 และค่าความเร็วตัดที่ 100 ม./นาที่ คู่กับ 200 ม./นาที่ ซึ่งมีค่า $P = 0.000$ ซึ่งน้อยกว่า 0.01 ส่วนค่าความเร็วตัดที่ 150 ม./นาที่ คู่กับ 200 ม./นาที่ ไม่มีผลต่อค่าความเรียบของผิวงานซึ่งมีค่า $P = 0.507$ ซึ่งมากกว่า 0.05

5.1.5 การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เพื่อการพยากรณ์ค่าความเรียบของผิวงาน (R_a) สามารถสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ดังนี้

5.1.5.1 การวิเคราะห์การถดถอย เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่าง ความเรียบของผิวงานและความเร็วตัดและอัตราป้อน

สมการถดถอยของค่า Roughness = $0.0031 + 2.11(\text{feed}) + 0.00143(\text{cutting})$

หากพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจของการพยากรณ์ได้จากค่า $R^2 = 0.215$ หมายความว่าความเร็วตัดต่อค่าความเรียบของผิวงานเท่ากับ 21.5%

5.1.5.2 การทดสอบว่าระหว่างตัวแปร ความเร็วตัดมีความสัมพันธ์กับค่าความเรียบของผิวงานดังตารางที่ 4.7 มีค่า Sig. = 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .01 จึงสรุปได้ว่าความเร็วตัดมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม (ความเรียบของผิวงาน) และสามารถนำไปพยากรณ์หาค่าความเรียบของผิวงานได้อย่างมีนัยสำคัญ .01

5.2 การอภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อความเรียบผิวในการกัดเหล็กเครื่องมือ (AISI P20) ที่ผ่านการชุบแข็ง ที่เงื่อนไขการกัดจากการทดลองครั้งนี้พบว่า

5.2.1 ระยะป้อนลึก จากการทดลองได้กำหนดไว้ 3 ระดับ ได้แก่ 0.25, 0.50 และ 0.75 มิลลิเมตรไม่ส่งผลต่อความเรียบผิวของผิวงาน เนื่องจากการกำหนดขอบเขตระยะห่างของระยะป้อนลึกต่างกันน้อยเกินไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประพล เปี่ยมศักดิ์ชัย[9] ได้ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อความเรียบผิว ในการกัดเหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็น D2 ซึ่งกำหนดระยะป้อนลึกไว้ 3 ระดับ ได้แก่ 0.25, 0.50 และ 0.75 มิลลิเมตร ผลการศึกษาพบว่า ความเร็วตัด และอัตราป้อนมีอิทธิพลต่อความเรียบผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ส่วนระยะป้อนลึกไม่มีผลต่อความเรียบผิว

5.2.2 ความเร็วตัด จากการทดลองได้กำหนดไว้ 3 ระดับ ได้แก่ 50, 70 และ 90 เมตรต่อนาที ในการวิเคราะห์เพื่อหาเงื่อนไขที่ดีที่สุดในการกัดเหล็กเครื่องมือ(AISI P20)ที่ผ่านการชุบแข็ง พบว่าความเร็วตัดส่งผลต่อความเรียบผิว ดังนั้นในกรณีที่ต้องการให้มีความเรียบผิวน้อยควรเลือกเงื่อนไขที่ความเร็วตัดในระดับต่ำ ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับลักษณะของมิดกัตและความสามารถของเครื่องจักรที่จะนำมาใช้ด้วย ดังนั้นในการเลือกเงื่อนไขในการกัดควรต้องพิจารณาตัวแปรอื่นประกอบด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปวุฒิ เพชรไพรินทร์[8] ที่ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิวและค่าสึกหรอของคมตัดในการกัดทองเหลืองผสม พบว่าค่าความเรียบผิวงานขึ้นอยู่กับความเร็วตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับงานวิจัยของ Eyup Bagci , และคณะ [10] ได้ศึกษาปัจจัยที่จะทำให้ค่าความเรียบผิวดีที่สุดในการกัดเหล็กcobalt - based alloy (satellite 6) ด้วยระยะป้อนลึก 3 ระดับ ได้แก่ 0.25, 0.5 และ 0.75 มิลลิเมตร, ความเร็วตัด 3 ระดับ ได้แก่ 50, 70 และ 90 เมตรต่อนาที และอัตราป้อน 3 ระดับ ได้แก่ 100, 140 และ 180 มิลลิเมตรต่อนาทีตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองปรากฏว่าทั้งสามปัจจัยมีผลต่อความเรียบผิว และถ้าเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ J.M. Vieira และคณะ[11] ก็เห็นได้ว่าการตัดเฉือนแบบไม่ใช้สารหล่อเย็น จะให้ความเรียบผิวดีกว่าการตัดเฉือนแบบใช้สารหล่อเย็น

5.2.3 อัตราป้อน จากการทดลองได้กำหนดอัตราป้อน 3 ระดับ ได้แก่ 100, 140 และ 180 มิลลิเมตรต่อนาที จากผลการวิจัยในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชานุ ราชวงศ์[15] ซึ่งได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผิวในการกลึงงานแข็งโดยเทียบกับคุณภาพผิวของงานเจียรนัยเป็นเกณฑ์ ผลการทดลองพบว่า อัตราป้อนซึ่งมีผลต่อคุณภาพผิวงาน โดยที่อัตราป้อนต่ำจะให้ค่าความเรียบผิวน้อย ส่วนความลึกในการป้อนไม่ส่งผลต่อคุณภาพผิวงาน และงานวิจัยของ ปัญญาคม เจริญไชย [13] ได้ศึกษา

เปรียบเทียบอิทธิพลของน้ำมันพืชและน้ำหล่อเย็นชนิดผสมน้ำ ที่มีต่องานกลึงเหล็กเครื่องมือ การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิวและการสึกหรอของของมีดกลึง โดยใช้วิธีการกลึงปอกชิ้นงาน มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย สารหล่อเย็น ความเร็วตัด และ อัตราป้อน ผลการศึกษาพบว่า อัตราป้อนมีอิทธิพลต่อความเรียบผิว และการสึกหรอของมีดกลึงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่าความเร็วตัดและอัตราป้อนมีอิทธิพลโดยตรงต่อความเรียบผิวในการกัด เหล็กเครื่องมือ(AISI P20)ที่ผ่านการชุบแข็ง ส่วนระยะป้อนลึกไม่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิว ดังนั้นจึงเสนอแนะไว้ดังนี้

5.3.1 ตัวแปรอิสระอื่น ๆ เช่น ชนิดของชิ้นงานและชนิดของเครื่องมือที่นำมากัด เป็นต้น น่าจะส่งผลต่อคุณภาพผิว (ความเรียบผิว) ซึ่งควรจะได้รับการศึกษาในอนาคต

5.5.2 ควรมีการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบความเรียบผิวงานที่ใช้มีดกัดที่ผลิตจากเหล็กกล้ารอบสูง เปรียบเทียบกับมีดกัดที่ผลิตจากวัสดุชนิดอื่น เช่น เหล็กกล้าเครื่องมือ หรือ มีดกัดคาร์ไบด์ โดยใช้สารน้ำมันพืช เป็นสารหล่อเย็น

5.5.3 ควรมีการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบความเรียบผิวงาน กับ ขนาดของมีดกัดที่มีรูปทรงเรขาคณิต เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มุมเฉียง มุมคายเศษ มุมหลบ แตกต่างกันจากขนาดที่ผู้วิจัยได้ใช้แล้วในการทดลอง

5.3.4 ควรมีการศึกษาร่วมกับผู้ประกอบการในอุตสาหกรรม เพื่อจะได้นำความรู้ในการวิจัยนี้ไปใช้ในการกัดเหล็กเครื่องมือ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ และลดต้นทุนการผลิตในงานอุตสาหกรรมเนื่องจากสามารถทดแทนงานเจียรนัย ทำให้เป็นประโยชน์อย่างมากในเชิงพาณิชย์และเพื่อการแข่งขันในอุตสาหกรรมทั้งในและต่างประเทศต่อไป