

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยการทดลองเรื่อง กระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทาน โดยใช้ดอกเจาะ Hss. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร เจาะชิ้นงานโลหะเบออลูมิเนียมผสม A6061 จำนวนครั้งการทดลองทั้งหมด 54 ครั้ง โดยกำหนดให้ตัวแปรต้นประกอบด้วย อัตราส่วนพื้นที่สัมผัส 50% 75% 100% ความเร็วรอบที่ระดับ 2,800 รอบ/นาที 3,200รอบ/นาที 3,600 รอบ/นาที อัตราป้อนที่ระดับ 56 มิลลิเมตร/นาที 95 มิลลิเมตร/นาที 145 มิลลิเมตร/นาที ส่วนตัวแปรตามคือน้ำหนักที่เพิ่มของดอกเจาะหลังการเจาะและค่าความเรียบผิวรูเจาะของอลูมิเนียมผสม A6061 ขอบเขต($R_a = 1.6-6.3 \mu m$)ทำการทดลองเบื้องต้น(Pilot Study)เพื่อศึกษาดูปัจจัยของตัวแปรว่ามีผลต่อน้ำหนักของดอกเจาะหลังการเจาะอลูมิเนียมผสม A6061 และค่าความเรียบผิวรูเจาะและเก็บข้อมูลนำไปวิเคราะห์ต่อไป

5.1 สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองเบื้องต้นพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มของดอกเจาะหลังการเจาะด้วยกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานกับวัสดุโลหะเบออลูมิเนียมผสม A6061 ได้แก่

5.1.1 ปัจจัยหลัก(Main Effect)จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ตารางที่ 4.3 พบว่าความเร็วรอบ(Speed) มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักดอกเจาะหลังเจาะของอลูมิเนียมผสม A6061 ($P=.041 < \alpha = .05$) และอัตราป้อนก็มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนัก ($P=.011 < \alpha = .05$) ส่วนอัตราส่วนพื้นที่สัมผัสไม่ส่งผลต่อการเพิ่มน้ำหนักดอกเจาะหลังเจาะอลูมิเนียมผสม A6061 เพราะค่า ($P = .489 > \alpha = .05$) ส่วนปัจจัยอื่นๆไม่ส่งผลต่อปัจจัยร่วมสำหรับการทดลองเบื้องต้นพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อความเรียบผิวของรูเจาะด้วยกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานกับวัสดุโลหะเบออลูมิเนียมผสม A6061 ได้แก่

5.1.2 ปัจจัยหลัก(Main Effect)จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ตารางที่ 4.10 พบว่าอัตราส่วนพื้นที่สัมผัสส่งผลต่อความเรียบผิวของรูเจาะอลูมิเนียมผสม A6061 ($P=.004 < \alpha = .01$) ส่วนความเร็วรอบและอัตราป้อนไม่ส่งผลต่อความเรียบผิว

5.1.3 ส่วนปัจจัยร่วม(Interaction)จากการวิเคราะห์ทางสถิติจากตารางที่ 4.10 พบว่ามีปัจจัยร่วมคือระหว่างอัตราส่วนพื้นที่สัมผัสกับอัตราป้อน ($P = .001 < \alpha = 0.05$) ความเร็วรอบกับอัตราป้อน ($P=.002 < \alpha = .05$) มี 2 คู่ที่ส่งผลต่อความเรียบผิวรูเจาะ

5.2 การอภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาทดลองกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานอูลูมิเนียม A6061 เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มน้ำหนักดอกเจาะหลังเจาะและปัจจัยที่ส่งผลต่อความเรียบผิวรูเจาะที่พารามิเตอร์ระดับต่างๆ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ตารางที่ 4.3 ปัจจัยหลักมี 2 ปัจจัยคือความเร็วรอบและอัตราป้อนที่ส่งผลต่อการเพิ่มน้ำหนักดอกเจาะ

5.2.1 พิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มน้ำหนักดอกเจาะหลังเจาะ

5.1.2.1 ความเร็วรอบ(Speed)และอัตราป้อนในกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานของอูลูมิเนียม A6061 ที่ส่งผลต่อการเพิ่มน้ำหนักดอกเจาะหลังเจาะ โดยพบว่าการใช้ความเร็วรอบต่ำสุดคือ 2,800 รอบ/นาที อัตราป้อนต่ำสุดคือ 56 มิลลิเมตร/นาที จะมีน้ำหนักดอกเจาะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด 0.044 กรัม สาเหตุเกิดจากการใช้ความเร็วรอบต่ำและอัตราป้อนต่ำแล้วทำให้อุณหภูมิและความร้อนที่เกิดขึ้นที่ได้จากการหมุนดอกเจาะเสียดสีกับชิ้นงานก็จะเกิดขึ้นน้อย ในการหลอมละลายชิ้นงานจะเกิดขึ้นช้าๆอีก ทั้งดอกเจาะไม่มีร่องเลื่อยคายเศษ ทำให้เศษโลหะที่หลอมละลายติดบริเวณผิวดอกเจาะมาก ทำให้มีน้ำหนักดอกเจาะหลังเจาะเพิ่มขึ้นมากส่วนการใช้ความเร็วรอบสูงอัตราป้อนสูงอุณหภูมิและความร้อนที่เกิดขึ้นจากการหมุนดอกเจาะเสียดสีกับชิ้นงานก็จะมากขึ้น ในการสึกหรอของดอกเจาะในกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานจะทำให้เกิดอุณหภูมิที่สูงและเกิดแรงขึ้นในกระบวนการเจาะ[3] ในการศึกษางานวิจัยของสุรศักดิ์ ศิริศิลป์ [38]การสึกหรอของคมตัดจะส่งผลโดยตรงต่อการคายของเศษโลหะซึ่งเมื่อคมตัดของดอกสว่านเกิดการสึกหรอในปริมาณมากขึ้น จะพบว่าการคายของเศษโลหะที่เกิดจากการเจาะจะเริ่มมีขนาดเล็กลง ซึ่งแตกต่างจากช่วงแรกที่คมตัดของดอกสว่านยังไม่เกิดการสึกหรอ หรือ เกิดการสึกหรอในปริมาณที่น้อยมาก พบว่าการคายของเศษโลหะจะมีขนาดเป็นเส้นที่ยาวกว่าในช่วงที่คมตัดเกิดการสึกหรอในปริมาณที่มาก การเพิ่มขึ้นและลดลงของความเร็วตัดและอัตราการป้อน มีผลโดยตรงต่ออายุการใช้งานของดอกสว่าน ซึ่งถ้าความเร็วตัดและอัตราการป้อนลดลงจะส่งผลให้อายุการใช้งานของดอกสว่านยาวนานขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้าความเร็วตัดและอัตราการป้อนที่เพิ่มขึ้น ก็จะส่งผลให้อายุการใช้งานของดอกสว่านลดลง เช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่า การเพิ่มและลดลง ของอัตราการป้อนยังส่งผลต่อการคายของเศษโลหะที่เกิดจากการเจาะ ในกรณีที่อัตราการป้อนที่สูงมากๆ จะส่งผลทำให้อุณหภูมิของดอกสว่านสูงขึ้น ทำให้เศษโลหะที่เกิดจากการเจาะ เกิดการหลอมละลายติดอยู่กับคมตัดและคมเลื่อยของดอกสว่านยังส่งผลให้อายุการใช้งานของดอกสว่านสั้นลงนอกจากนี้จากงานวิจัยที่ผ่านมายังพบว่า [39],[40]

1. การสึกหรอของดอกสว่านบริเวณคมตัด พบว่า ความกว้างของการสึกหรอเพิ่มขึ้นจากจำนวนรอบในการเจาะที่เพิ่มขึ้น
2. การคายเศษโลหะ ที่ได้จากการเจาะจะไม่จับตัวเป็นเส้นยาวในขณะคายเศษโลหะ และการคายเศษโลหะลักษณะชิ้นเล็กๆ จะส่งผลต่อการออกแรงในการบิดน้อยกว่าการคายเศษโลหะที่เป็นเส้นยาว ผู้วิจัยหลายๆท่าน จึงได้ศึกษาและพยายามปรับปรุงคุณภาพของดอกสว่าน เช่น การเจาะร่องบนผิวหน้าของดอกสว่านเพื่อให้เกิดการสึกหรอที่บริเวณคมตัดน้อยที่สุด ซึ่งกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานดอกเจาะจะไม่มีร่องคายเศษจึงทำให้เศษโลหะติดบริเวณผิวดอกเจาะ

5.2.2 พิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเรียบผิวรูเจาะ

จากการทดลองกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานของอลูมิเนียมผสม A6061 จากการวิเคราะห์ทางสถิติตารางที่ 3.10 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเรียบผิวได้แก่ อัตราส่วนพื้นที่สัมผัส ซึ่งจากการทดลองพบว่า อัตราส่วนพื้นที่สัมผัสที่ 100% ความเร็วรอบ 3600 รอบ/นาที อัตราป้อน 145 มิลลิเมตร/นาที ความเรียบผิวรูเจาะเฉลี่ยดีที่สุดที่สุดคือ $1.95 \mu\text{m}$ สาเหตุคืออุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากการหมุนดอกเจาะเสียดสีระหว่างพื้นที่สัมผัสดอกเจาะกับชิ้นงานทำให้เกิดแรงเสียดทานและความร้อนขึ้น อัตราป้อนมากและพื้นที่สัมผัสมากแรงเสียดทานและความร้อนที่เกิดขึ้นก็มาก และการเพิ่มอัตราป้อนจะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นการคายเศษโลหะจากการเจาะหลอมละลายเป็นเส้นเล็กๆจะทำให้การออกแรงบิดน้อยดอกเจาะก็สึกหรอน้อยลงเศษโลหะที่หลอมละลายติดบริเวณผิวดอกเจ้าน้อยจึงทำให้ผิวรูเจาะเรียบ

ส่วนและค่าความเรียบผิวหยาบที่สุดที่อัตราพื้นที่สัมผัส 50% อัตราป้อน 56 มิลลิเมตร/นาที ความเร็วรอบ 2800 รอบ/นาที ซึ่งมีค่าความเรียบผิวรูเจาะเฉลี่ย $R_a = 2.539 \mu\text{m}$ เนื่องจากอัตราพื้นที่สัมผัสน้อย อัตราป้อนต่ำอุณหภูมิและแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจึงต่ำความร้อนที่ใช้ในการหลอมละลายน้อยการคายเศษโลหะเป็นชิ้นยาวๆส่งผลต่อการออกแรงบิดมากทำให้ดอกเจาะสึกหรอมากและดอกเจาะไม่มีร่องคายเศษโลหะทำให้ติดบริเวณผิวดอกเจาะมากผิวรูเจาะจึงหยาบสอดคล้องงานวิจัยของ Han-Ming Chow, Shim-Min Lee and Lieh-Dai Yang. [28] ที่ได้ศึกษากระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทาน กับวัสดุ AISI 304 อาศัยความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีระหว่างดอกสว่านรูปทรงกรวยหมุนเจาะกับชิ้นงาน จนชิ้นงานเกิดความร้อนและอ่อนนิ่มลงขึ้นทำให้ดอกเจาะที่แข็งกว่าเจาะชิ้นงานลงไปได้และชิ้นงานก็ก่อตัวเป็นปลอกบุชโลหะรอบบริเวณรูเจาะ ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่า 3 เท่าของความหนาแน่นชิ้นงาน ปัญหาที่พบคือความเร็วรอบและอัตราป้อนต่ำมากอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจะต่ำส่วนความเร็วรอบและอัตราป้อนเร็วมากอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจะสูงในกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานจะทำให้การหลอมละลายโลหะไม่คงที่รอบๆพื้นที่เจาะ มีผลทำให้เศษโลหะชิ้นงานที่หลอมละลายไม่เท่ากันเกาะติดบริเวณผิวดอกเจาะมากจึงทำให้ผิวรูเจาะหยาบขึ้น

Pantawane. P.D, Ahuja. B.B [34] กล่าวว่าไว้ว่า การเพิ่มความเร็วยรอบจาก 2500-4500 rpm ความเรียบผิวจะลดลงจาก 0.536 μm เป็น 0.341 μm ความผิดพลาดของขนาดรูเจาะพบว่าเพิ่มขึ้นจาก 452 μm เป็น 495 μm เมื่ออัตราป้อนเปลี่ยนแปลงจาก 71.36 เป็น 198.64 mm./min และขนาดของดอกเจาะส่งผลทำให้ขนาดของรูเจาะผิดพลาดขณะที่ความเรียบผิวลดลงส่งผลให้ได้ผิวที่ดีเยี่ยม ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นของขนาดดอกเจาะและอัตราป้อนพบว่ามีความสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อขนาดของรูแต่ไม่มีความสำคัญกับความเรียบผิว เงื่อนไขการเลือกค่าที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานเจาะด้วยแรงเสียดทานของเหล็ก AISI 1015 ขนาด 1 มิลลิเมตร ที่ดีที่สุดที่ความเร็วยรอบ 4500 rpm อัตราป้อน 71.36 mm./min ขนาดดอกเจาะ 7.3 มิลลิเมตร

และงานวิจัยของ Wei-Liang Ku , Ching- Lien Hung , Shin- Min Lee and Han- Ming Chow [36] กล่าวว่ารูปแบบการเจาะที่ใช้ความร้อนจากแรงเสียดทานได้ใช้วิธีการ Taguchi เป็นแนวทางในการทดลอง ใช้เหล็ก SUS 304 ขนาด 30x30x2 มิลลิเมตร เป็นวัสดุในการทดลอง มุมเสียดทาน อัตราส่วนพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน อัตราป้อนและความเร็วยรอบเป็นตัวทดสอบ สำหรับความหยาบของผิวและความยาวของบุชก็ได้รับการทดสอบเหมือนกัน พบว่าความเร็วยรอบเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญซึ่งส่งผลต่อความเรียบผิวในการเจาะ นอกจากนี้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมคืออัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน 50 % ความเร็วยรอบคือ 3,600 rpm.

5.2.3 พิจารณาความสัมพันธ์น้ำหนักที่เพิ่มของดอกเจาะกับความเรียบผิวรูเจาะ

จากการทดลองกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานของอลูมิเนียมผสม A6061 จะเห็นได้ว่าน้ำหนักดอกเจาะที่เพิ่มมากที่สุดจะมีความเร็วยรอบต่ำอัตราป้อนต่ำอุณหภูมิและความร้อนที่ได้จากการหมุนดอกเจาะเสียดสีกับชิ้นงานก็จะน้อยทำให้ออกแรงบิดมากการคายเศษโลหะจากการเจาะหลอมละลายจึงเป็นชิ้นยาวๆอีกทั้งดอกเจาะไม่มีร่องคายเศษจึงทำให้ติดบริเวณผิวดอกเจาะมากส่งผลต่อความเรียบผิวรูเจาะจะหยาบขึ้น

ส่วนน้ำดอกเจาะที่เพิ่มน้อยสุด เพราะว่าใช้ความเร็วยรอบสูงอัตราป้อนสูงอัตราส่วนพื้นที่สัมผัสมากจากการหมุนดอกเจาะสัมผัสกับชิ้นงานจะเกิดแรงเสียดทานมากทำให้อุณหภูมิและความร้อนที่เกิดขึ้นสูง เศษโลหะจากการเจาะหลอมละลายจะเป็นชิ้นเล็กๆการออกแรงบิดจะน้อยทำให้ดอกเจาะส่ายน้อย เศษโลหะที่หลอมละลายติดบริเวณผิวดอกเจาะจะน้อยตามจึงทำให้ผิวรูเจาะเรียบ

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพารามิเตอร์ในทดลองของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะทำวิจัยต่อไป ดังนี้

1. ศึกษาอิทธิพลของพารามิเตอร์ที่ศึกษาส่งผลต่อการเกิดแรงเหวี่ยงจากการกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทาน
2. ศึกษาอิทธิพลของพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่ออุณหภูมิของชิ้นงานจากการกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทาน