

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัย เรื่อง เพื่อศึกษาอิทธิพลของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อสมบัติงานเจาะอะลูมิเนียมผสม AA 2024 ด้วย High Speed Steel (HSS) แท่งกลม GRAD 1900 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มม. ปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วยความเร็วรอบ (Drilling Speed) มี 3 ระดับคือ 3,000, 3,400 และ 3,800 รอบ/นาที อัตราป้อน (Feed Rate) มี 3 ระดับคือ 60, 100 และ 150 มม./นาที และอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทานที่ 50 %, 75 % และ 100 % ส่วนมุมที่ใช้ในการเจาะด้วยแรงเสียดทาน กำหนดเป็นค่าคงที่คือ 30 องศา และไม่ใช้สารหล่อเย็น ในการเจาะแบบแรงเสียดทานในการเจาะอะลูมิเนียมผสม AA2024 ด้วย High Speed Steel (HSS) แท่งกลม GRAD 1900 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มม. ยาว 50 มม. ซึ่งปัจจัยดังกล่าวความเร็วรอบและอัตราป้อนมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผิวงาน โดยคุณภาพของผิวงานจะพิจารณาจากค่าความเรียบของผิวชิ้นงานที่ได้จากการเจาะแบบแรงเสียดทานในการเจาะอะลูมิเนียมผสม AA 2024 เปรียบเทียบกับคุณภาพของผิวงานที่ได้จากการขอบเขตของผิวงานจากการเจาะ ($R_a = 1.8-6.3 \mu m$) เพื่อศึกษาว่าปัจจัยหลัก(ความเร็วรอบ หรือ อัตราป้อน หรืออัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน)หรือปัจจัยร่วม(ความเร็วรอบ อัตราป้อนและอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน) ส่งผลต่อคุณภาพของผิวงานที่ได้จากการทดลองได้อย่างไร ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) เพื่อหาขอบเขตของระดับตัวแปรที่เหมาะสม ซึ่งในการทดลองเบื้องต้นได้กำหนดตัวแปรในการทดลองดังตารางที่ 3.1 หลังจากได้แนวทางที่เหมาะสมแล้วจึงทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลนำไปวิเคราะห์ต่อไป และผลจากการศึกษาสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองศึกษาอิทธิพลของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อสมบัติงานเจาะอะลูมิเนียมผสม AA 2024 ด้วย High Speed Steel (HSS) แท่งกลม GRAD 1900 ขนาด 8 มิลลิเมตร สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ผลการทดลองเบื้องต้นเพื่อหาระดับตัวแปรต้นที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการทดลอง ปรากฏว่าค่าความเรียบของผิวงานอยู่ในขอบเขตที่กำหนด โดย เปรียบเทียบกับคุณภาพของผิวงานที่ได้จากขอบเขตของผิวงานจากการเจาะ ($R_a = 1.8-6.3 \mu m$) และมุมที่ใช้ในการเจาะด้วยแรงเสียดทาน คือ 30 องศาซึ่ง กำหนดเป็นค่าคงที่ อัตราป้อน (Feed Rate) ที่ต่ำสุดที่ระดับ 60 มิลลิเมตรต่อนาทีและอัตราป้อน (Feed Rate) ที่สูงสุดที่ระดับ 150 มิลลิเมตรต่อนาที กับความเร็วรอบ (Drilling Speed) ที่กำหนดมี 2 ระดับ คือ 3000 และ 3800 รอบต่อนาที และอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทานที่ต่ำสุดคือ

50 % และอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทานที่ 75 % และอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทานที่สูงที่สุด 100 % ผลปรากฏว่าผลการทดลองเบื้องต้นทั้งสามกลุ่มมีค่าความเรียบของผิวงานอยู่ในขอบเขต

5.1.2 ผลจากการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิว

ปัจจัยหลัก (Main Effects) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ จากตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 พบว่าอัตราป้อน (Feed) มีผลต่อคุณภาพของผิวงานในการเจาะแบบแรงเสียดทานอะลูมิเนียมผสม AA2024 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปัจจัยหลัก(Main Effects) อัตราป้อนในการเจาะรูแบบอาศัยแรงเสียดทานมีค่านัยสำคัญทางสถิติ = 0.001 มีค่าน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อคุณภาพของผิวงาน ส่วนอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทานอัตราป้อนในการเจาะรูแบบอาศัยแรงเสียดทานมีค่านัยสำคัญทางสถิติ = 0.13 มีค่ามากกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ไม่มีผลต่อคุณภาพของผิวงาน และ ความเร็วรอบ (Speed) มีค่านัยสำคัญทางสถิติ = 0.638 มีค่ามากกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ไม่มีผลต่อคุณภาพของผิวงาน

5.1.3 ผลจากการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณน้ำหนักร่องดอกเจาะ

ปัจจัยหลัก (Main Effects) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ จากตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7 พบว่าอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน(FCAR) และความเร็วรอบ มีผลต่อการเพิ่มของปริมาณน้ำหนักร่องดอกเจาะในการเจาะแบบแรงเสียดทานอะลูมิเนียมผสม AA2024

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปัจจัยหลัก(Main Effects) อัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน(FCAR) ในการเจาะรูแบบอาศัยแรงเสียดทานมีค่านัยสำคัญทางสถิติ = 0.000 มีค่าน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณน้ำหนักร่องดอกเจาะ ความเร็วรอบ (Speed) ในการเจาะรูแบบอาศัยแรงเสียดทานมีค่านัยสำคัญทางสถิติ = 0.007 มีค่าน้อยกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณน้ำหนักร่องดอกเจาะ ส่วนอัตราป้อน(Feed) มีค่านัยสำคัญทางสถิติ = 0.762 มีค่ามากกว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณน้ำหนักร่องดอกเจาะ

5.2 การอภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาทดลองการวิจัย เรื่อง การศึกษาอิทธิพลของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานสมบัติงานเจาะอะลูมิเนียมผสม เกรด AA 2024 ด้วย High Speed Steel (HSS) แท่งกลม GRAD 1900 ขนาด 8 มม. ที่เงื่อนไขต่าง ๆ กันจากการวิจัยครั้งนี้พบว่า

5.2.1 พิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิวของรูเจาะ

5.2.1.1 ความเร็วรอบ (Speed) ในการเจาะแบบแรงเสียดทานอะลูมิเนียมผสม AA2024 ด้วย High Speed Steel (HSS) แท่งกลม GRAD 1900 ขนาด 8 มม. โดยกำหนดความเร็วรอบไว้ 3 ระดับ คือ 3000 รอบ/นาที 3400 รอบ/นาที 3800 รอบ/นาที ซึ่งไม่มีผลต่อคุณภาพผิวของรูเจาะ

5.2.1.2 อัตราป้อน (Feed) ในการเจาะแบบแรงเสียดทานอะลูมิเนียมผสม AA2024 ด้วย High Speed Steel (HSS) แท่งกลม GRAD 1900 ขนาด 8 มม. โดยกำหนดอัตราป้อนไว้ 3 ระดับ คือ 60 มม./นาที 100 มม./นาที 150 มม./นาที ซึ่งมีผลต่อคุณภาพผิวของรูเจาะโดย อัตราป้อน 150 มม./นาที มีความเรียบผิวดีที่สุดที่ค่าเฉลี่ยความเรียบผิว $0.893\ \mu\text{m}$ และอัตราป้อน 100 มม./นาที มีความเรียบผิวหยาบที่สุดที่ค่าเฉลี่ยความเรียบผิว $1.257\ \mu\text{m}$ เมื่อพิจารณาอัตราป้อนที่ 150 มม./นาที ที่ส่งผลให้เกิดความเรียบผิวที่ดีที่สุดเกิดจากการลดเวลาสัมผัสของเครื่องมือกับชิ้นงานที่เชื่อมโยงกับการเกิดความร้อนที่จะทำให้โลหะอ่อนตัวหลอมละลายซึ่งทำให้ออกเจาะสามารถเจาะทะลุชิ้นงานด้วยแรงอัดและแรงบิดที่น้อยกว่าซึ่งลดการสั่นของดอกเจาะให้น้อยลงทำให้ผิวชิ้นงานเรียบเป็นเงามัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ G.Somasundaram, S.Rajendra Boopathy [14] ได้ศึกษาการเจาะแบบแรงเสียดทาน ของ Aluminum Silicon Carbide Metal Matrix Composite ซึ่งได้สรุปผลการทดลองไว้ว่าคุณภาพผิวของรูเจาะเพิ่มขึ้นด้วยการเพิ่มความเร็วรอบ, อัตราป้อน, การเพิ่มความหนาของแผ่นโลหะ, พลังงานความร้อนที่ทำให้เกิดการรวมตัวที่แข็งแรงใน กระบวนการเปลี่ยนรูป Plastic ระหว่างการเจาะแบบแรงเสียดทาน และคุณภาพผิวของรูเจาะลดลงด้วยการเพิ่มของอัตรากรวยและเปอร์เซ็นต์ปริมาณของ ซิลิกอนคาร์ไบด์ (SiC)

5.2.1.3 อัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน (FCAR) ในการเจาะแบบแรงเสียดทานอะลูมิเนียมผสม AA2024 ด้วย High Speed Steel (HSS) แท่งกลม GRAD 1900 ขนาด 8 มิลลิเมตร โดยกำหนดความเร็วรอบไว้ 3 ระดับ คือ 50 % 75 % 100 % ซึ่งไม่มีผลต่อคุณภาพผิวของรูเจาะ

5.2.1.4 เมื่อพิจารณาจากชิ้นงานที่ทำการทดลองเจาะชิ้นที่หยาบที่สุดที่ค่าความเรียบผิว $R_a = 1.831\ \mu\text{m}$ และชิ้นที่เรียบที่สุดมีค่าความเรียบผิว $R_a = 0.322\ \mu\text{m}$ พบว่าลักษณะรูเจาะที่หยาบที่สุดมีลักษณะผิวเรียบมันสลับกับผิวขรุขระ ส่วนลักษณะรูเจาะที่เรียบที่สุดมีลักษณะผิวมันเงา ลักษณะปลายรูเจาะแตกเป็นแฉก

5.2.2 พิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อดอกเจาะ

จากการศึกษาทดลองการวิจัย เรื่อง การศึกษาอิทธิพลของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานสมบัติงานเจาะอะลูมิเนียมผสม เกรด AA 2024 ด้วย High Speed Steel (HSS) แท่งกลม GRAD 1900 ขนาด 8 มม. ที่เงื่อนไขต่าง ๆ กันจากการวิจัยครั้งนี้พบว่าดอกเจาะที่ทำการทดลองเจาะนั้นมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเนื่องจากเศษของอะลูมิเนียมผสม AA2024 ที่อ่อนตัวหลอมละลายมาเคลือบที่ผิวของดอกเจาะทำให้ดอกเจาะมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและเกิดรอยไหม้เนื่องจากการเสียดสีระหว่างดอกเจาะและวัสดุอะลูมิเนียมผสม AA2024 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การเพิ่มของน้ำหนักหน้าดอกเจาะภายหลังจากการทดลองเจาะแบบแรงเสียดทานสมบัติงานเจาะอะลูมิเนียมผสม เกรด AA 2024 ด้วย High Speed Steel (HSS) แท่งกลม GRAD 1900 ขนาด 8 มม. นั้นพบว่า

5.2.2.1 ความเร็วรอบ (Speed) ในการเจาะแบบแรงเสียดทานอะลูมิเนียมผสม AA2024 ด้วย High Speed Steel (HSS) แท่งกลม GRAD 1900 ขนาด 8 มม. โดยกำหนดความเร็วรอบไว้ 3 ระดับ คือ 3000 รอบ/นาที 3400 รอบ/นาที 3800 รอบ/นาที มีผลต่อการเพิ่มปริมาณน้ำหนักของดอกเจาะดังนี้ ที่ความเร็วรอบ 3800 รอบ/นาที มีอัตราการเพิ่มปริมาณน้ำหนักดอกเจาะมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 0.0238 กรัม ส่วนที่ความเร็วรอบ 3000 รอบ/นาที มีอัตราการเพิ่มของปริมาณน้ำหนักดอกเจำน้อยที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 0.0160 กรัม เนื่องมาจากความเร็วรอบที่สูงทำให้เกิดความร้อนที่สูงอันเกิดจากการเสียดสีระหว่างดอกเจาะซึ่งไม่มีร่องเลื่อยสำหรับคายเศษกับอะลูมิเนียมผสม AA 2024 ทำให้อะลูมิเนียมหลอมละลายมาเคลือบที่ดอกเจาะจนทำให้น้ำหนักของดอกเจาะ เพิ่มขึ้นภายหลังจากการเจาะซึ่งสอดคล้องกับ สุรศักดิ์ ศิริศิลป์ [1] ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออายุการใช้งานของคมตัดในดอกสว่านชนิดเกลียวแบบไฮสปีด และ ชนิดเกลียวแบบไฮสปีดโคบอล 8 % ซึ่งได้กล่าวไว้ว่าการเพิ่มขึ้นและลดลงของความเร็วตัดและอัตราการป้อน มีผลโดยตรงต่ออายุการใช้งานของดอกสว่าน ซึ่งถ้าความเร็วตัดและอัตราการป้อน ลดลงจะส่งผลให้อายุการใช้งานของดอกสว่านยาวนานขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้าความเร็วตัดและอัตราการป้อนที่เพิ่มขึ้น ก็จะส่งผลให้อายุการใช้งานของดอกสว่านลดลงเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มและลดลง ของอัตราการป้อนยังส่งผลต่อการคายของเศษโลหะที่เกิดจากการเจาะ ในกรณีที่อัตราการป้อนที่สูงมากๆ จะส่งผลทำให้อุณหภูมิของดอกสว่านสูงขึ้น ทำให้เศษโลหะที่เกิดจากการเจาะเกิดการหลอมละลายติดอยู่กับคมตัดและคมเลื่อยของดอกสว่านยังส่งผลให้อายุการใช้งานของดอกสว่านสั้นลง เมื่อพิจารณาที่ดอกเจาะแบบแรงเสียดทานเป็นดอกเจาะที่ไม่มีร่องเลื่อยสำหรับคายเศษและคมตัดดังนั้นจึงไม่มีการบิ่นของคมตัดแต่จะเกิดการหลอมละลายของวัสดุที่เกิดจากการหลอมละลายของวัสดุมาติดรอบดอกเจาะ

5.2.2.2 อัตราป้อน (Feed)ในการเจาะแบบแรงเสียดทานอะลูมิเนียมผสม AA2024 ด้วย High Speed Steel(HSS)แท่งกลม GRAD 1900 ขนาด 8 มม. โดยกำหนดอัตราป้อนไว้ 3 ระดับ คือ 60 มม./นาที่ 100 มม./นาที่ 150 มม./นาที่ ไม่มีผลต่อเพิ่มปริมาณน้ำหนักรีดดอกเจาะ

5.2.2.3 อัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน (FCAR) ในการเจาะแบบแรงเสียดทานอะลูมิเนียมผสม AA2024 ด้วย High Speed Steel(HSS)แท่งกลม GRAD 1900 ขนาด 8 มม.โดยกำหนดพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน ไว้ 3 ระดับ คือ 50 % , 75 % และ 100 % มีผลต่อการเพิ่มปริมาณน้ำหนักรีดดอกเจาะดังนี้ ที่อัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน (FCAR) 75 เปอร์เซ็นต์ มีเพิ่มปริมาณน้ำหนักรีดดอกเจาะมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 0.0276 กรัม อัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน (FCAR) 100 เปอร์เซ็นต์ มีการเพิ่มของปริมาณน้ำหนักรีดดอกเจ้าน้อยที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 0.0043 กรัม เมื่อพิจารณาที่ดอกเจาะซึ่งทำการลับเหลี่ยมเพื่อลดอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน 75%จะเกิดการพอกตัวของเนื้อวัสดุอะลูมิเนียมผสม AA2024 มากเนื่องจากเนื้อวัสดุไปเคลือบแทนที่บริเวณที่ทำลับเหลี่ยมของดอกเจาะส่วนอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน 100 % นั้นไม่มีการลับเหลี่ยมดอกเจาะทำเนื้อวัสดุอะลูมิเนียม AA 2024 เคลือบรอบดอกเจาะเพียงบาง ๆ ซึ่งมีปริมาณน้อยมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ตัวแปรอิสระอื่น ๆ เช่น ชนิดของชิ้นงานและชนิดของเครื่องมือที่นำมาเจาะ เป็นต้น น่าจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพผิว (ความเรียบผิว) ซึ่งควรจะได้รับการศึกษาในอนาคต
2. ตัวแปรตามอย่างอื่น เช่น ขนาดความผิดพลาดของ ชิ้นงาน (รูเจาะ) ความเป็นทรงกระบอก หรือความกลม เป็นต้น ควรจะได้รับความสนใจในการศึกษาครั้งต่อไป