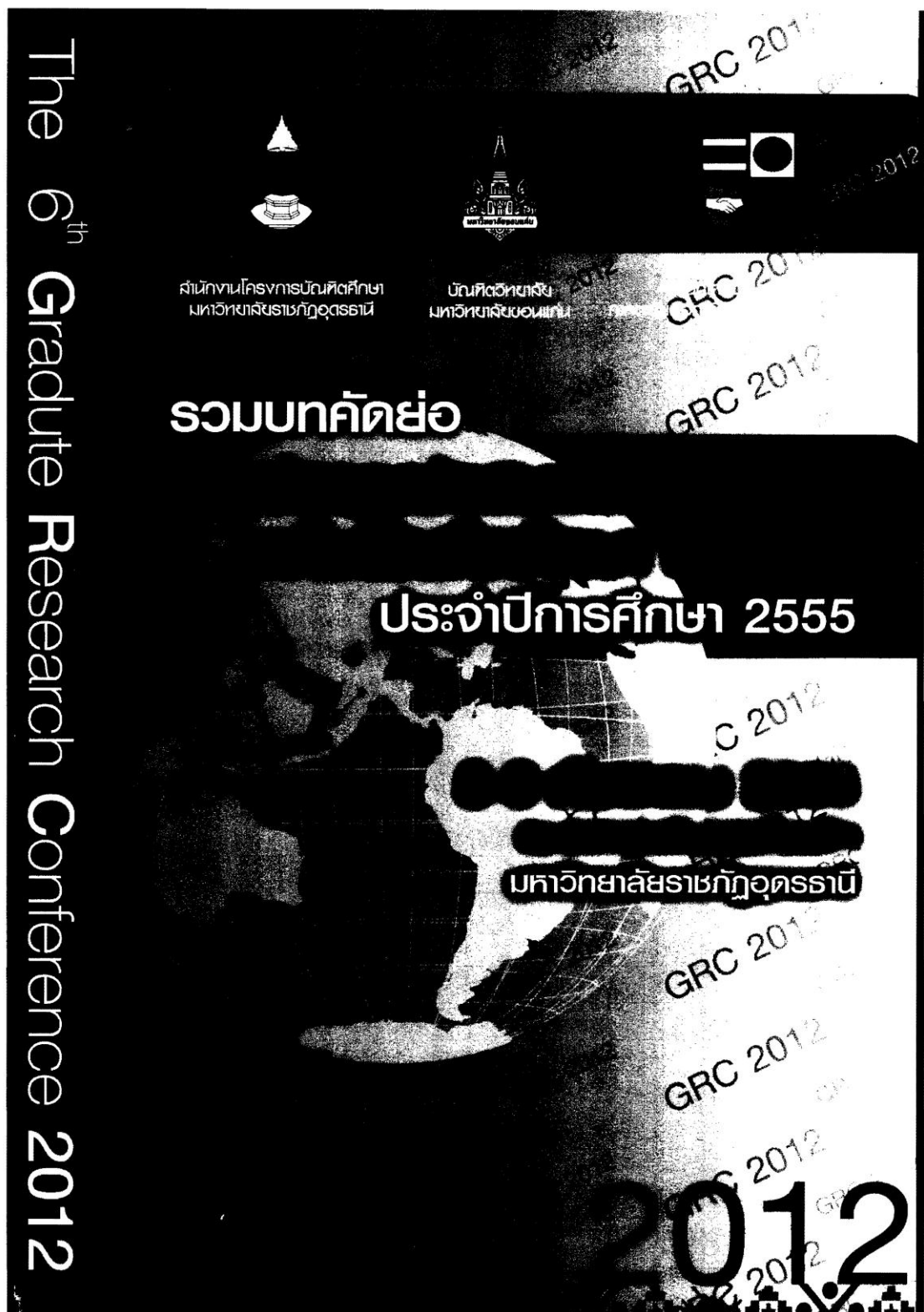


ภาคผนวก ง.

ผลงานวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่



การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

การศึกษาอิทธิพลของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อสมบัติงานเจาะอะลูมิเนียมผสม AA2024

A Study of Influence of friction Drilling Process on Properties of Aluminium Alloy (AA 2024)

นายบรรพต มหาคาม^{*}

สันติรัฐ นันตะอาจ^{**}

สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล^{***}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาอิทธิพลของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อ สมบัติงานเจาะ อะลูมิเนียมผสม AA 2024 และใช้ดอกเจาะ High Speed Steel (HSS) แท่งกลม GRAD 1900 ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตร มุมที่ใช้ในการเจาะ 30 องศา ปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วย อัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน 3 ระดับ คือ 50%, 75% และ 100% ความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 3000, 3400, และ 3800 รอบต่อนาที และอัตราป้อน 3 ระดับ คือ 60, 100, 150 มิลลิเมตรต่อนาที ผลการทดลองพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความ เรียบผิว คือ อัตราป้อน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังพบว่าที่อัตราป้อน 150 มิลลิเมตรต่อนาที ส่งผลต่อความเรียบผิวที่ดีที่สุดที่ค่าเฉลี่ยความเรียบผิว 0.893 ไมโครเมตร

Abstract

This research objective was to study of influence of friction drilling process on properties of aluminium alloy (AA 2024) and used High Speed Steel (HSS) drill GRAD 1900 with diameter 8 mm. and 50 mm. long with angle 30 degree. Factors studied were consisted of friction ratio 3 level was 50%, 75% and 100%. Speed drilling 3 level was 3000, 3400 and 3800 rpm. and feed rate 3 level was 60, 100 and 150 mm. /min. Result revealed was that interaction affect of feed rate was affected to smooth surface. Significantly different at the level of .01. Finally interaction affect of feed rate was 150 mm. / min resulting in the best surface roughness highest average of 0.893 μm .

^{*} หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

^{**} รองศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตรอุตสาหกรรม คณะครุศาสตรอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

^{***} รองศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตรอุตสาหกรรม คณะครุศาสตรอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

1. บทนำ

วงการอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ นั้น ประกอบด้วยการปฏิบัติงานหลายประเภท อาทิ เช่น งานกลึง งานกัด งานเจาะ ทั่วไปมีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างมากในงานอุตสาหกรรม การผลิต คือ งานประเภทตัดเฉือนวัสดุ เพื่อให้ได้รูปทรงของวัสดุที่มีขนาดตามต้องการจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเลือกกรรมวิธีต่างๆ มาใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานให้ได้รูปตามต้องการต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องไส เครื่องเจาะ เป็นต้น ซึ่งในการเลือกการตัดเฉือนของวัสดุ โดยส่วนใหญ่จะต้องเลือกให้ตรงกับความต้องการและลักษณะของงาน โดยคำนึงถึงผลกระทบทางด้านเศรษฐศาสตร์และค่าใช้จ่ายทางด้านของสิ่งแวดล้อม จากขบวนการทำงานของเครื่องจักร เช่น การกลึง การกัด การไส การเจาะ ซึ่งส่วนใหญ่จะทำในภาคอุตสาหกรรม โดยใช้เครื่องจักรของภาคอุตสาหกรรมเป็นหลัก กล่าวกันว่าเครื่องเจาะด้วยดอกสว่านเป็นกระบวนการตัดเฉือนที่ใช้กันมากเป็นอันดับที่ 3 รองจากการกลึง การกัด (สุรศักดิ์ ศิริศิลป์.2548) ซึ่งมีมากกว่า ร้อยละ 40 ของกระบวนการตัดเฉือนโลหะ (Han-Ming Chow และคณะ.2007) งานเจาะ (Drilling) เป็นกระบวนการขึ้นรูปที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำให้เกิดรู (Hole) ที่ชิ้นงานซึ่งการเจาะงานนี้อาจใช้ดอกสว่านหมุนตัดลงในวัสดุชิ้นงานหรือเครื่องมือตัดในลักษณะอื่นๆ เช่น ใช้ดอกเจาะเพื่อขยายปากรู (Counter Bore) เป็นต้น (อำนาจ ทองแสน .2552) โดยทั่วไปเครื่องมือที่ใช้ในการเจาะทำจากเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel: HSS) ก่อให้เกิดอุณหภูมิสูงระหว่างการเจาะ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เครื่องมือสึกหรออย่างรวดเร็วและมีอายุการใช้งานสั้น ยิ่งไปกว่านั้นจะทำให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงได้ง่ายซึ่งเป็นผลทำให้เกิดความยุ่งยากสำหรับการเจาะและผิวที่ได้ในการเจาะไม่ดี จากปัญหาดังกล่าวทำให้มีการพัฒนาคุณสมบัติของเครื่องมือเจาะแบบใหม่ให้มีความแข็งแรง และความแข็งแรงซึ่งสำคัญมากที่ทำให้เกิดความต้านทานการสึกหรอ ความต้านทานการแตกหัก ความต้านทานต่อการเปลี่ยนรูป เพิ่มความคงทนลดความถี่และทนแรงกระแทก และวัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือปกติต้องเคลือบผิวจะมีประสิทธิภาพด้านทานการสึกหรอได้ดี และในการเจาะส่วนมากจะใช้น้ำหล่อเย็นมาใช้เพื่อลดอุณหภูมิของเครื่องมือตัด ซึ่งเป็นวิธีการแบบดั้งเดิมแต่มักจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และก่อให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อมในการทำงาน ดังนั้นขบวนการเจาะที่ใช้น้ำหล่อเย็นจะค่อย ๆ ถูกทดแทนด้วยการเจาะแบบแห้งหรือปราศจากการใช้น้ำหล่อเย็นแต่ว่าขบวนการเจาะที่ไม่ใช้น้ำหล่อเย็นนั้นจะทำให้ความเรียบผิวในการเจาะไม่ดีนัก (Han-Ming Chow และคณะ.2007) กระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทาน ความพิเศษของการเจาะแบบแรงเสียดทานนั้น อาศัยความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีระหว่างดอกสว่านรูปทรงกรวยกับชิ้นงาน จนทะลุชิ้นงานความร้อนที่เกิดขึ้นทำให้เนื้อโลหะอ่อนตัวและขูดตัวลงไปและก่อตัวเป็นปλοกลโลหะรอบดอกสว่านรูปทรงกรวยซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่า 3 เท่า ของความหนาของชิ้นงาน ซึ่งปλοกลโลหะนี้สามารถที่จะทำเกลียวในโดยไม่ต้องเชื่อมเป็นเกลียว ใช้เวลาในการเจาะน้อย ในกระบวนการเจาะก็ปราศจากเศษทำให้มีความสะอาดในตัดเฉือนชิ้นงาน (Scott F.Miller,2006) โดยเฉพาะอุตสาหกรรมโลหะขึ้นรูปโครงสร้างภายนอก ที่ใช้แผ่นโลหะแผ่นเป็นส่วนประกอบ อะลูมิเนียมผสม AA 2024 เป็นโลหะผสมของอะลูมิเนียมที่มีทองแดงและแมกนีเซียมเป็นส่วนผสมสำคัญ ที่ได้ถูกพัฒนาจากอะลูมิเนียมผสมเกรด AA 2024 โดยการเพิ่มปริมาณของแมกนีเซียมให้มากขึ้นจึงทำให้มีความแข็งแรงสูงขึ้น นิยมนำไปใช้ทำชิ้นส่วนของเครื่องบินที่ต้องได้รับความเค้นสูง และงานที่ต้องการความแข็งแรงสูง นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการตัดกลึงได้ดีมาก ด้านทานการแตกร้าวดีเยี่ยม มีความเหนียวแรงสูงมาก จึงสามารถนำไปใช้

การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

งานแม่พิมพ์พลาสติกและงานอื่นๆ ได้อย่างกว้างขวาง (บริษัท ไทย-เยอรมัน สเตป ซีลสตีล จำกัด .2555) การศึกษาการวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษา เพื่อหาอิทธิพลของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อสมบัติงานเจาะอะลูมิเนียมผสม AA2024 ที่เหมาะสม

2. วัตถุประสงค์

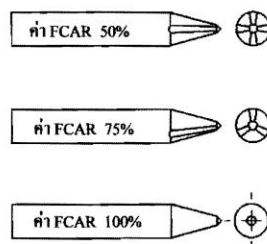
เพื่อศึกษาอิทธิพลของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อสมบัติงานเจาะอะลูมิเนียมผสม AA 2024

3. วิธีการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiments Research) ศึกษาอิทธิพลของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อสมบัติงานเจาะอะลูมิเนียมผสม AA 2024 ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง 3 ตัวแปร ได้แก่ อัตราป้อน 3 ระดับ คือ 60 มม./นาที ,100 มม./นาที และ 150 มม./นาที ความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 3,000 รอบ/นาที, 3,400 รอบ/นาที และ 3,800 รอบ/นาที อัตราส่วนพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน FCAR มี 3 ระดับคือ 50 % 75 %และ 100 ดังรูปที่

1



รูปที่ 1 อัตราส่วนพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน ดอกเจาะ HSS

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ประกอบด้วยเครื่องกัดที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ (CNC Milling Machine) ดังรูปที่ 2 เครื่องวัดความเร็วผิว ดังรูปที่ 2 และเครื่องลับดอกสว่าน



รูปที่ 2 เครื่องวัดความเร็วผิว



รูปที่ 3 เครื่องกัด CNC Milling Machine

วัสดุชิ้นงานที่ใช้ในการทดลองเป็นอะลูมิเนียมผสม (AA2024) ขนาดกว้าง 40 มม. ยาว 40 มม.หนา 2 มม. จำนวน 54 ชิ้น ดังรูปที่ 4 ดอกเจาะ HSS ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มม. ยาว 50 มม.ลับเป็นมุมกรวย 30 องศา มุมจิก 90 องศา และลับพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน 50%, 75% และ 100% ดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 ดอกเจาะ HSS



รูปที่ 5 วัสดุชิ้นงานทดลอง

3.3 การทดลองเบื้องต้น

การทดลองเบื้องต้นเป็นการศึกษาตัวแปรอิสระบางระดับ เพื่อจะได้ทราบแนวทางที่เหมาะสมของการทดลอง เช่น ทำให้ทราบถึงผลของตัวแปรและระดับที่นำมาศึกษา เพื่อจะได้เลือกระดับของตัวแปรอิสระที่จะทำการศึกษาวิจัยได้ถูกต้อง ไม่ทำให้สิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น ทั้งยังป้องกันการชำรุดเสียหายของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองด้วย ซึ่งเมื่อทราบถึงแนวทางที่ถูกต้องแล้วก็ทำการทดลองกับตัว

การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

แปร์ที่กำหนดไว้ที่ละชุด เพื่อหาข้อสรุปถึงอิทธิพลของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อสมบัติงานเจาะ อะลูมิเนียมผสม AA 2024 โดยกำหนดตัวแปร์ที่ทำการทดลอง 3 ระดับคือ อัตราส่วนพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน FCAR มี 3 ระดับคือ 50 เปอร์เซ็นต์ 75 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์ อัตราป้อน 3 ระดับ คือ 60 มิลลิเมตรต่อนาที, 100 มิลลิเมตรต่อนาที และ 150 มิลลิเมตรต่อนาที ความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 3,000 รอบต่อนาที, 3,400 รอบต่อนาที และ 3,800 รอบต่อนาที การทดลองเบื้องต้นผู้วิจัยได้วางแผนการทดลองไว้โดย กำหนดให้อัตราส่วนพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน FCAR แล้วเปลี่ยนระดับความเร็วรอบ ในการเจาะเป็น 2 ระดับ คือ 3,000 รอบต่อนาที, 3,800 รอบต่อนาที แล้วเปลี่ยนอัตราป้อนเป็น 2 ระดับ คือ 60 มิลลิเมตรต่อนาที และ 150 มิลลิเมตรต่อนาที ตามลำดับ ในการเลือกระดับอัตราป้อนพิจารณาจากช่วงค่าสูงสุดสุดของเครื่องกัดตั้ง CNC ส่วนอัตราส่วนพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน พิจารณาเทียบเคียงจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.4 การออกแบบการทดลอง

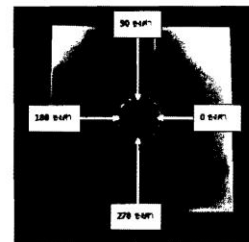
ในการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์ ให้ตรงกับวัตถุประสงค์และสมมุติฐาน จึงได้กำหนด แผนการทดลองโดยมีตัวแปรอัตราส่วนพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน 3 ระดับ ความเร็วตัด 3 ระดับ และอัตรา ป้อน 3 ระดับ ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองโดยใช้ Factorial Design แบบ 3^3 และทดลองซ้ำหนึ่งครั้ง เป็น จำนวนรันทดลอง 54 รันและทำการสุ่มมาทดลองที่ละรันจนครบ 54 รัน

3.5 การดำเนินการทดลอง

เตรียมเครื่องจักรด้วยการเขียนโปรแกรมงานเจาะ ทำการเจาะตามแผนการทดลองที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ 6 นำชิ้นงานมาวัดค่าความเรียบผิวของรูเจาะ (Ra) ด้วยเครื่องวัดความเรียบผิว ชิ้นงานแต่ละชิ้นจะถูกวัด 4 ตำแหน่ง ตำแหน่งแรกห่างจากขอบประมาณ 1 มม. ที่ 0 องศาและตำแหน่งที่ 2 ห่างจากขอบประมาณ 1 มม. ที่ 90 องศา ตำแหน่งที่ 3 ห่างจากขอบประมาณ 1 มม. ที่ 180 องศา ตำแหน่งที่ 4 สุดท้ายห่างจากขอบประมาณ 1 มม. ที่ 270 องศา จากนั้นก็ค่าที่วัดได้แต่ละจุดแล้วหาค่าเฉลี่ยความเรียบผิว ดังรูปที่ 7



รูปที่ 6 การเจาะแบบแรงเสียดทานบนเครื่องกัดซีเอ็นซี



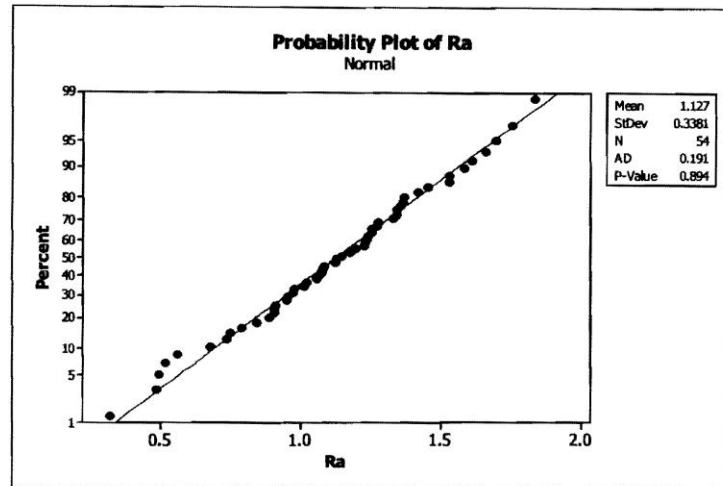
รูปที่ 7 ตำแหน่งวัดความเรียบผิว

4. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

เมื่อได้ค่าความเรียบผิวที่วัดได้จากการทดลอง แล้วนำค่าที่ได้มาทำการแจกแจงข้อมูลของอัตราส่วนผิวสัมผัส แรงเสียดทาน ความเร็วตัด และอัตราป้อน ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

.05 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ค่าความเรียบของผิวงานทุกระดับของพารามิเตอร์กระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานในการเจาะอะลูมิเนียมผสม AA2024 มีการแจกแจงแบบปกติ เพราะค่า P-Value มากกว่า .05 คือ .894 ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 กราฟแสดงการแจกแจงของปกติค่าความเรียบผิวของรูเจาะของข้อมูลจากการทดลอง

ผู้วิจัยได้นำค่าความเรียบผิวของชิ้นทดลอง (R_a) ที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ด้วยเทคนิค ANOVA ทำการวิเคราะห์ผลของค่าตัวแปรที่ส่งผลต่อความเรียบผิวของรูเจาะแบบแรงเสียดทานที่สำคัญ $\alpha = .01$ ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

การประจําหน้าสวนผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ANOVAของค่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิวงานเจาะ (µm)

Dependent Variable: RA

แหล่งความแปรปรวน	ผลรวมกำลัง สอง(SS)	องศาความ เป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ย กำลังสอง (MS)	ค่า F	Sig.
Corrected Model	3.827(a)	26	.147	1.782	.071
Intercept	68.616	1	68.616	830.486	.000
ผิวสัมผัส	.364	2	.182	2.206	.130
ความเร็วรอบ	.075	2	.038	.457	.638
อัตราป้อน	1.486	2	.743	8.995	.001
ผิวสัมผัส * ความเร็วรอบ	.293	4	.073	.888	.485
ผิวสัมผัส * อัตราป้อน	.749	4	.187	2.267	.088
ความเร็วรอบ * อัตราป้อน	.461	4	.115	1.396	.262
ผิวสัมผัส* ความเร็วรอบ* อัตราป้อน	.397	8	.050	.601	.769
Error	2.231	27	.083		
Total	74.674	54			
Corrected Total	6.058	53			

a. R Squared = .632 (Adjusted R Squared = .277)

จากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาค่า Sig. ที่ได้จากการวิเคราะห์แจกแจงข้อมูลนำผลที่ได้ทั้งหมดมาหาความสัมพันธ์ของความเร็วตัด อัตราป้อน และอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน พบว่าปัจจัยที่ศึกษาที่มีอิทธิพลหลัก (Main Effect) ที่ส่งผลกระทบต่อความเรียบผิวคืออัตราป้อนส่งผลกระทบต่อความเรียบของผิวงานเจาะแบบแรงเสียดทาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์ความแตกต่างอัตราป้อน ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิวงาน โดยวิธี LSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RA

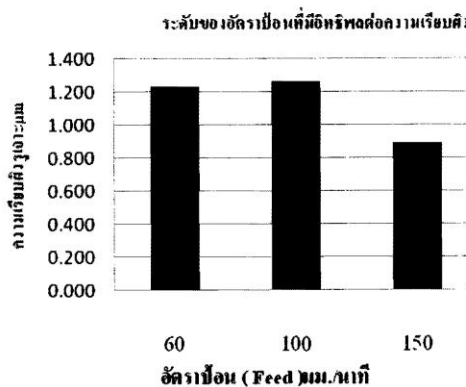
	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	60	100	-.02511	.095813	.795	-.22170	.17148
		150	.33872	.095813	.001	-.14213	.53531
	100	60	.02511	.095813	.795	-.17148	.22170
		150	-.36383	.095813	.001	-.16724	.56043
		100	-.36383	.095813	.001	-.560043	-.16724

จากตารางที่ 2 อัตราป้อนมีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน จากการทดสอบความแปรปรวนพบว่า มีค่าเฉลี่ยของระดับอัตราป้อนอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.01 ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับอัตราป้อนที่ 60 มม./นาที คู่กับ 150 มม./นาที และอัตราป้อนที่ 100 มม./นาที คู่กับ 150 มม./นาที มีความแตกต่างต่อความเรียบผิวรูเจาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.01 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรจากการทดลองที่อัตราป้อน 60 มม./นาที 100 มิลลิเมตรต่อนาที 150 มม./นาที และพบว่าค่าความเรียบผิว (Ra) ที่ดีที่สุด คือ อัตราป้อน 150 มิลลิเมตรต่อนาที ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 7

ตารางที่ 3 ความแตกต่างอัตราป้อนที่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิวงาน

อัตราป้อนที่ระดับ	60 มม./นาที	100 มม./นาที	150 มม./นาที
60 มม./นาที	-	.795	*
100 มม./นาที		-	*
150 มม./นาที			-

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01



รูปที่ 7 แผนภูมิแท่ง แสดงความแตกต่างอัตราป้อนต่อความเรียบผิว

5. อภิปรายผลการทดลอง

อัตราป้อน (Feed) ในการเจาะแบบแรงเสียดทานอะลูมิเนียมผสม AA2024 ด้วย High Speed Steel (HSS) แท่งกลม GRAD 1900 ขนาด 8 มม. โดยกำหนดความอัตราป้อนไว้ 3 ระดับ คือ 60 มม./นาที 100 มม./นาที 150 มม./นาที ซึ่งมีผลต่อคุณภาพผิวของรูเจาะโดยอัตราป้อน 150 มม./นาที มีความเรียบผิวดีที่สุด

การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

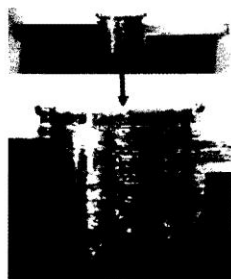
7. เอกสารอ้างอิง

- บริษัท ไทย-เยอรมันสตีลเอเชีย จำกัด, **Aluminium Alloys**, [Online], เข้าถึงจาก, <http://www.thai-germansteel.com>.
- สุรศักดิ์ ศิริศิลป์, 2548, “การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออายุการใช้งานของคมตัดในดอกสว่านชนิดเกยิวแบบไฮสปีด และ ชนิดเกยิวแบบไฮสปีดโคบอลต์ 8 %”, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต คณะ ครุศาสตรอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1, 61.
- อำนาจ ทองแสน, 2552, “งานเครื่องมือกลเบื้องต้น”, พิมพ์ครั้งที่ 1, บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด, กรุงเทพมหานคร, หน้า 147.
- ¹G.Sommasundaram, ²S.Rajendra Boopathy, 2010, **Fabrication and Friction drilling of AluminumSilicon Carbide Metal Matrix Composite**, Department of Mechanical Engineering, College of Engineering Guindy, Anna University, Chennai-600 025, India, pp21-26.
- Han-Ming Chow, Shim-Min Lee and Lieh-Dai Yang, 2007, **Machining characteristic study of friction drilling on AISI 304 stainless steel**. JOURNAL OF MATERIALS PROCESSING TECHNOLOGY 207.
- Scott F.Miller, 2006, **Experimental Analysis and Numerical Modeling of the Friction Drilling Process**. Adissertation in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy Mechanical Engineering in the University of Michigan, pp.14-15.

การประยุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

ค่าเฉลี่ยความเรียบผิว $0.893\ \mu\text{m}$ และอัตราป้อน $100\ \text{mm./นาที่}$ มีความเรียบผิวหยาบที่สุดที่ค่าเฉลี่ยความเรียบผิว $1.257\ \mu\text{m}$ สอดคล้องกับงานวิจัยของ G.Somasundaram, S.Rajendra Boopathy.,() ได้ศึกษาการเจาะแบบแรงเสียดทาน ของ Aluminum Silicon Carbide Metal Matrix Composite ซึ่งได้สรุปผลการทดลองไว้ว่า คุณภาพผิวของรูเจาะเพิ่มขึ้นด้วยการเพิ่มความเร็วรอบ, อัตราป้อน, การเพิ่มความหนาของแผ่นโลหะ, พลังงานความร้อนที่ทำให้เกิดการรวมตัวที่แข็งแรงใน กระบวนการเปลี่ยนรูป Plastic ระหว่างการเจาะแบบแรงเสียดทาน และคุณภาพผิวของรูเจาะลดลงด้วยการเพิ่มของอัตรากรวยและเปอร์เซ็นต์ปริมาณของ ซิลิกอน Sic

ส่วนอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน(FCAR)และความเร็วรอบ(Speed)ไม่มีผลต่อคุณภาพผิวของรูเจาะ เมื่อพิจารณาจากชิ้นงานที่ทำการทดลองเจาะชิ้นที่หยาบที่สุดที่ค่าความเรียบผิว $Ra = 1.831\ \mu\text{m}$ และชิ้นที่เรียบที่สุดมีค่าความเรียบผิว $Ra = 0.322\ \mu\text{m}$ พบว่าลักษณะรูเจาะที่หยาบที่สุดมีลักษณะผิวเรียบมันสลับกับผิวขรุขระ ส่วนลักษณะรูเจาะที่เรียบที่สุดมีลักษณะผิวมันเงา ลักษณะปลายรูเจาะแตกเป็นแฉก ดังรูปที่ 8 และรูปที่ 9



รูปที่ 4.7 รูเจาะที่มีความเรียบผิวหยาบสุด

$Ra = 1.831\ \mu\text{m}$



รูปที่ 4.8 รูเจาะที่มีความเรียบผิวเรียบสุด

$Ra = 0.322\ \mu\text{m}$

6. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองศึกษาอิทธิพลของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อสมบัติงานเจาะอะลูมิเนียมผสม AA 2024 ปรากฏว่าค่าความเรียบของผิวงานอยู่ในขอบเขตที่กำหนด โดย เปรียบเทียบกับคุณภาพของผิวงานที่ได้จากขอบเขตของผิวงานจากการเจาะ ($Ra = 1.8-6.3\ \mu\text{m}$) จากการทดลองพบว่าอัตราป้อน (Feed) มีผลต่อคุณภาพของผิวรูเจาะ ในการเจาะแบบแรงเสียดทานอะลูมิเนียมผสม AA2024 ซึ่งมีผลต่อคุณภาพผิวของรูเจาะโดยอัตราป้อน $150\ \text{mm./นาที่}$ มีความเรียบผิวดีที่สุดที่ค่าเฉลี่ยความเรียบผิว $0.893\ \mu\text{m}$ และอัตราป้อน $100\ \text{mm./นาที่}$ มีความเรียบผิวหยาบที่สุดที่ค่าเฉลี่ยความเรียบผิว $1.257\ \mu\text{m}$