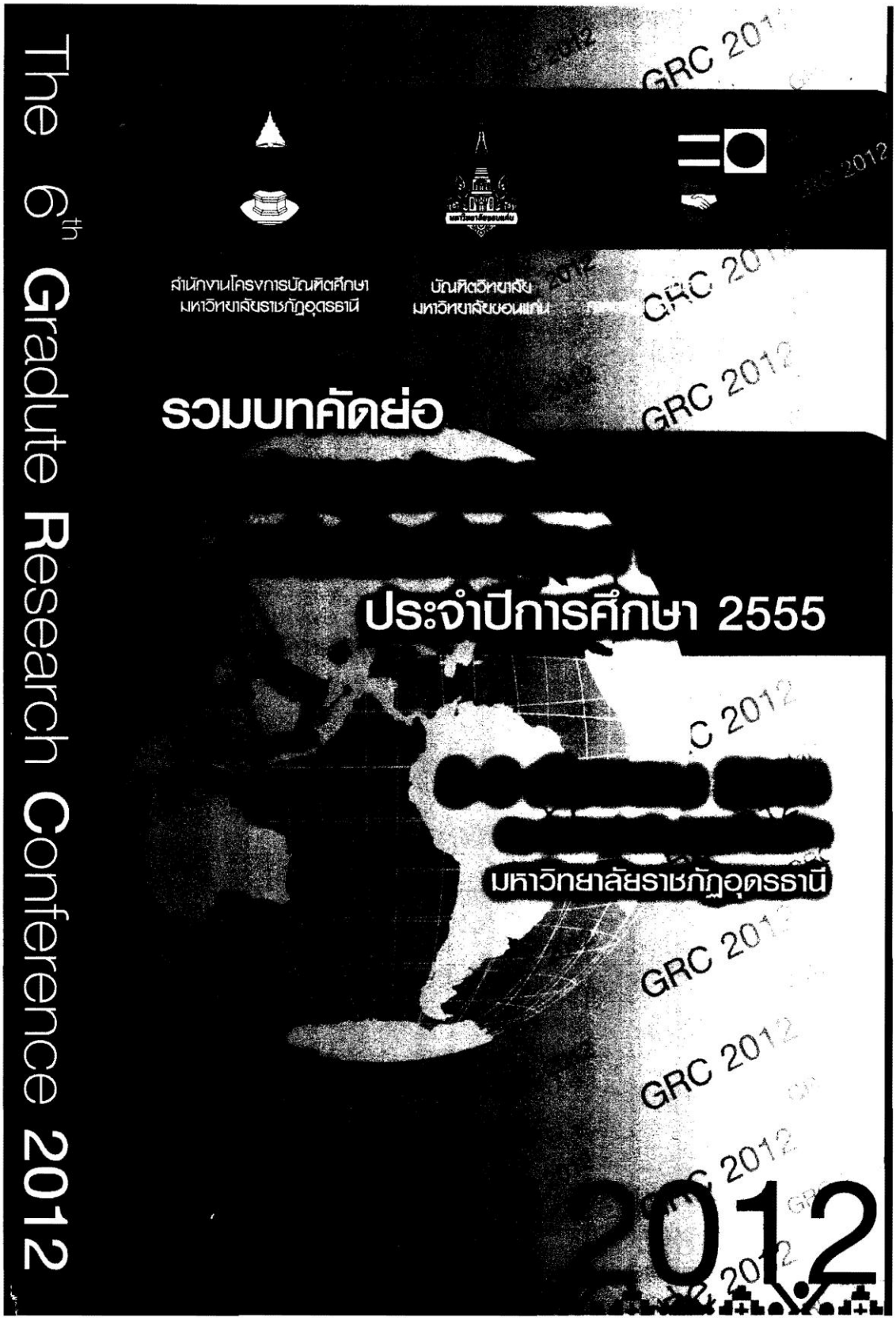
ภาคผนวก ง.

ผลงานวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่

The 6th Gradute Research Conference 2012



สำนักงานโครงการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รวมบทคัดย่อ

ประจำปีการศึกษา 2555

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

2012

ผลของพารามิเตอร์การกัดต่อสมบัติอลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024

Influence of Milling Parameters on Properties of Aluminum - Copper alloy ; AA 2024.

รักษ์พล มีด้วง*
สันติรัฐ นันสะอาง**
สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล***

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิว และการสึกหรอของมีดกัด โดยใช้วิธีการกัด ปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วย ความเร็วรอบ (Speed) อัตราป้อน (Feed Rate) และความลึกในการป้อนตัด (Deep of Cut) ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยหลักของความเร็วรอบ และอัตราป้อน ส่งผลต่อความเรียบผิว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่ความเร็วรอบสูงจะให้ค่าคุณภาพผิวงานที่ ส่วนปัจจัยหลักด้านความลึกในการป้อนส่งผลต่อความสึกหรอของคอกกัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และอัตราป้อนส่งผลต่อความสึกหรอของคอกกัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่อัตราป้อนที่ต่ำจะให้เกิดการสึกหรอน้อย

Abstract

The objectives of this research were to study and compare the influence of affecting to Aluminum - Copper alloy ; AA 2024 turning in surface roughness and tool milling wear. The factors studied wear consisted of speed, feed Rate and deep of cut. Results revealed that main effects of speed and feed rate were showed significantly different to surface roughness at the level 0.01. In addition main effects of depth of cut was significantly different to tool wear at the level 0.01., and main effects on feed rate was showed effect at the level 0.05.

* หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

*** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการขยายตัวด้านอุตสาหกรรมการผลิตอย่างต่อเนื่อง และถือเป็นหัวใจสำคัญในการส่งเสริมเศรษฐกิจไทยให้ขยายตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล และการผลิตแม่พิมพ์ เป็นอุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องมีการตัดเฉือนโลหะในขบวนการขึ้นรูป อาทิ งานกลึง งานไส งานเจียระไน และงานกัด เป็นต้น ในกระบวนการผลิตเหล่านี้ อลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024 เป็นวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้อย่างแพร่หลายในวงอุตสาหกรรม เพราะมีคุณสมบัติเด่นหลายประการ [1] อลูมิเนียมกลุ่มผสมทองแดง เกรด 2024 มีความแข็งแรงสูง และทนต่อการล้าได้ดี นิยมใช้ทำแม่พิมพ์เป่าพลาสติก หรือแม่พิมพ์ขึ้นรูปพลาสติกในสุญญากาศ แม่พิมพ์รองเท้า ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล โครงสร้างเครื่องบินอุปกรณ์จับยึดต่างๆ ไม่เป็นสนิม ไม่ต้องทาสี เพราะสามารถทนต่อการกัดกร่อนได้สูง ความสามารถในการตกแต่งด้วยเครื่องจักรได้ดี ซึ่งล้วนแต่ต้องผ่านกระบวนแปรรูปโดยการตัดเฉือนโดยเทคโนโลยีเครื่องจักรกลอัตโนมัติ (CNC) เพื่อที่จะได้ผลิตชิ้นงานให้มีคุณภาพเท่าเทียมกันทุกชิ้น

อลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024 เป็น High Strength Alloys สามารถตัดแต่งชิ้นงานได้ดีเยี่ยม เพื่อทำชิ้นส่วนอุปกรณ์ในเครื่องบิน (Aircraft) มีข้อจำกัดคานการขึ้นรูป และทนการกัดกร่อนในอุณหภูมิสูงได้ เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการความแข็งแรงสูงเช่น เครื่องบิน และเครื่องจักรกล เฟือง ข้อต่อ ตัวถังรถยนต์ เป็นต้น [2]

กระบวนการแปรรูปอลูมิเนียมโดยการกัดตัดเฉือนด้วยดอกกัด End Mill High Speed Steel แบบ 2 คม ตัดนั้น ขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายอย่าง เช่น เครื่องมือตัด (Cutting Tools) ความเร็วรอบ (Speed) อัตราป้อน (Feed Rate) ความลึกในการกัด (Deep of Cut) รวมทั้งสารหล่อเย็น (Coolant) ซึ่งตัวแปรเหล่านี้จะส่งผลต่อคุณภาพผิวชิ้นงาน อายุการใช้งานและการสึกหรอของเครื่องมือตัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาการศึกษาผลกระทบของกระบวนการกัดต่อสมบัติอลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024 เพื่อศึกษา ความเรียบผิว และศึกษาการสึกหรอของดอกกัด (End Mill) เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่มีประโยชน์ในทางวิชาการ และสามารถนำไปใช้ได้ในเชิงปฏิบัติต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลกระทบของกระบวนการกัดต่อสมบัติอลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

3.1 ทราบถึงผลกระทบของกระบวนการกัดต่อสมบัติอลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024

3.2 เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมการกัดอลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024

3.3 ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยในครั้งต่อไป

4. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

4.1.1 ตัวแปรต้น

4.1.1.1 ความเร็วรอบมี 3 ระดับ ได้แก่ 1,000, 1,250 และ 1,500 รอบ/นาที

4.1.1.2 อัตราป้อน ประกอบด้วย 150, 200, และ 250 มิลลิเมตร/นาที

4.1.1.3 ระยะป้อนลึก ประกอบด้วย 3, 4, และ 5 มิลลิเมตร

4.1.2 ตัวแปรตาม

4.1.2.1 การสึกหรอของเครื่องมือตัด

4.1.2.2 ความเรียบของผิวงาน

5. ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยนี้เพื่อต้องการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิว และความสึกหรอของคมตัด วัสดุที่ใช้ในการทดลองเป็นอลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024 และใช้มีดกัด (End Mill) ชนิดเหล็กกล้ารอบสูง (High Speed Steel : HSS) ปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วย ความเร็วรอบ (Speed) อัตราป้อน (Feed Rate) และความลึกในการป้อนตัด (Deep of Cut) ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

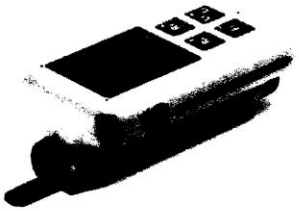
1. ใช้เครื่อง CNC Milling รุ่น T - P0W MH 1050
2. ใช้อลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024 ขนาด 80 × 100 × 20 มิลลิเมตร
3. ใช้ดอกกัด (End Mill) High Speed Steel แบบ 2 คมตัด ขนาด ϕ 10 มิลลิเมตร
4. ศึกษาระยะป้อนลึกที่ 3, 4, และ 5 มิลลิเมตร
5. ศึกษาความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 1,000, 1,250 และ 1,500 รอบ/นาที
6. ศึกษาอัตราป้อน ประกอบด้วย 150, 200, และ 250 มิลลิเมตร/นาที
7. ทดสอบสมบัติทางกายภาพ ความเรียบของผิวงาน และการสึกหรอของมีดตัด

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

5.1.1 เครื่องกัดตั้งแบบอัตโนมัติ (CNC Machine)ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิวและความสึกหรอของคมตัด ในกัดอลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024 ผู้วิจัยใช้เครื่องกัดตั้ง (CNC Machine) ดังรูปที่ 1

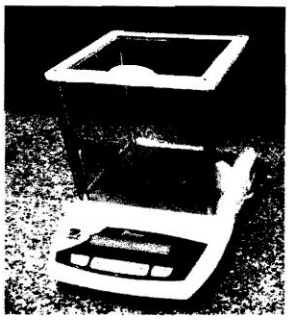
รูปที่ 1 เครื่อง CNC Milling รุ่น T - P0W MH 1050

5.1.2 เครื่องวัดความเรียบผิว ใช้ตรวจสอบความเรียบของพื้นผิวของชิ้นทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับค่าความเรียบของพื้นผิวที่ได้จากการเจียระไน (Ra = 0.1 - 1.6 μm.)



รูปที่ 2 เครื่องวัดความเรียบผิว

5.1.3 เครื่องชั่งน้ำหนักวัดขนาดความสึกหรอของคมตัด



รูปที่ 3 เครื่องชั่งน้ำหนักวัดขนาดความสึกหรอของคมตัด

5.1.4 วัสดุชิ้นงานที่ใช้ในการทดลองเป็นอลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024 ขนาดกว้าง 80 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร หนา 20 มิลลิเมตร จำนวน 54 ชิ้น

5.1.5 มีดกัด (End Mill Cutter) ใช้มีดกัดแบบความเร็วรอบสูง (High Speed Steel) รหัสตราผลิตภัณฑ์ CH ซึ่งมีความแข็ง 60 HRC จำนวน 2 คมตัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 10 มิลลิเมตร มีมุมคายเศษในแนวรัศมี (Radial Rank Angle) 8 องศา 17 ลิปดา มุมหลบในแนวรัศมี (Radial Relief Angle) 12 องศา และมุมเกลียวหรือมุมเฉียง (Helix angle) 29 องศา 37 ลิปดา องศา

รูปที่ 4 มีดกัดที่ใช้ในการทดลอง

5.2 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment)

ผู้วิจัยได้วางแผนการทดลองไว้โดยกำหนดให้อัตราป้อน 3 ระดับ คือ 150, 200 และ 250 มิลลิเมตร/นาที ระดับความลึกในการป้อน 3, 4, และ 5 มิลลิเมตร แล้วเปลี่ยนระดับความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 1,000 , 1,250 และ 1,500 รอบ/นาที ตามลำดับ ตามตารางการทดลองที่ 1

ตารางที่ 1 การกำหนดระดับของตัวแปรที่เลือกใช้ในการทดลองจริง

ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ความลึกในการป้อน (มม.)	อัตราป้อน (มม./นาที)					
		150		200		250	
		1	2	1	2	1	2
1,000	3.00	8	29	22	48	6	54
	4.00	24	41	17	43	21	31
	5.00	1	34	18	37	5	44
1,250	3.00	25	40	20	45	27	33
	4.00	13	30	2	52	12	32
	5.00	15	39	14	36	4	50
1,500	3.00	3	42	9	38	11	46
	4.00	10	35	16	53	23	49
	5.00	19	28	7	47	26	51

5.3 วิธีการทดลอง

5.3.1 นำดอกกัดล้างทำความสะอาดด้วยอะซิโตน (Acetone) และนำมาชั่งน้ำหนักและจดบันทึกค่าไว้ ให้ครบจำนวน 54 ดอก

5.3.2 นำชิ้นงานอลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024 มาตัดชิ้นงานให้ได้ขนาดกว้าง 80 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร หนา 20 มิลลิเมตร

5.3.3 จับยึดชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง อลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024 ที่ปากกาจับยึดชิ้นงานบนเครื่องกัด ปรับระดับความเที่ยงตรงโดยใช้นาฬิกาวัด (Dial Gauge)

5.3.4. จับยึดดอกกัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร เข้ากับเครื่องกัด

5.3.5 ปรับอัตราการป้อนให้สัมพันธ์กับความเร็วรอบ ตามที่กำหนดไว้ในแผนการทดลอง พร้อมทั้งใช้สารหล่อเย็นตามที่กำหนด

5.3.6 กัดชิ้นงานด้วยเครื่องอัตโนมัติ ซึ่งการกัดจะเป็นไปตามตารางเลขสุ่ม (ตารางที่ 1) จากลำดับที่ 1 - 54 โดยการกัดตลอดความกว้างชิ้นงาน 80 มิลลิเมตร (7 แนวกัด)

5.3.7 ถอดมีดกัดออกมาล้างทำความสะอาดด้วยด้วยอะซิโตน (Acetone) แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อวัดความสึกหรอที่เกิดจากการกัด แล้วจดบันทึกค่าความสึกหรอของมีดกัด (g)

5.3.8 ทำซ้ำในขั้นตอนการทดลองที่ 3 - 8 โดยเปลี่ยนอัตราป้อนให้สัมพันธ์กับความเร็วตัด และสารหล่อเย็นตามที่กำหนดไว้ในตารางจนครบ 54 ชิ้น

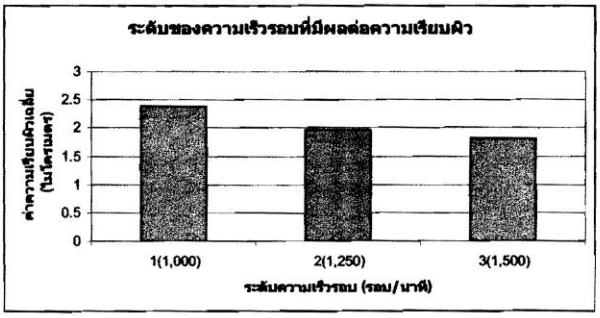
5.3.9 นำชิ้นงานมาวัดความเรียบผิว

5.3.10 จดบันทึกค่าความเรียบผิวงานที่ได้จากการวัด

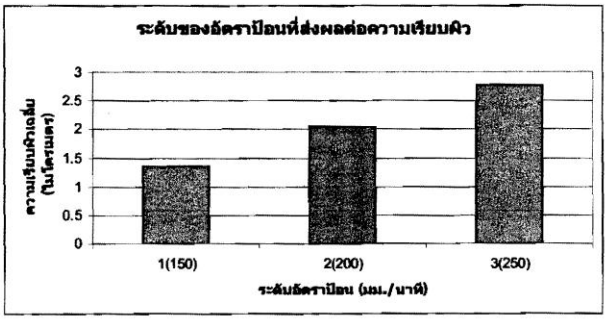
6. ผลการวิจัย

6.1 ปัจจัยของความเร็วรอบ ความเร็วตัด และระยะป้อนลึก ส่งผลต่อความเรียบผิวงานกัด

ผู้วิจัยได้นำค่าความเรียบผิวของชิ้นทดลอง ที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (Spss) ด้วยเทคนิค ANOVA ทำการวิเคราะห์ของค่าตัวแปรที่ส่งผลต่อความเรียบผิวของงานกัด เมื่อพิจารณาค่า Sig ที่ได้จากการวิเคราะห์การกระจายข้อมูล นำผลที่ได้ทั้งหมดมาหาความสัมพันธ์ของ ความเร็วรอบ อัตราป้อน และความลึกในการป้อน พบว่าปัจจัยที่เป็นอิทธิพลหลัก (Main Effect) ส่งผลกระทบต่อความเรียบของผิวงานคือ ความเร็วรอบมีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และอัตราป้อนมีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ปัจจัยอื่นๆ ไม่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน



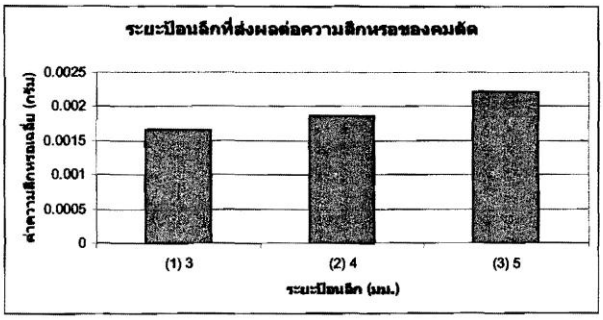
รูปที่ 5 กราฟแสดงความแตกต่างของระดับความเร็วรอบ ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน



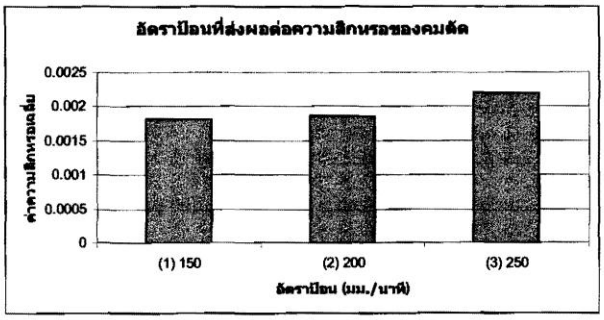
รูปที่ 6 กราฟแสดงความแตกต่างของระดับอัตราป้อน ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน

6.2 ปัจจัยของความเร็วรอบ ความเร็วตัด และระยะป้อนลึก ส่งผลต่อความสึกหรอของดอกกัด

จากการทดลองพบว่า ความเร็วรอบ ความเร็วตัด และระยะป้อนลึก ส่งผลกระทบต่อความสึกหรอของดอกกัด (Tool Wear) ภายใต้เงื่อนไขการทดลองตามแผนการทดลอง แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (Spss) ด้วยเทคนิค ANOVA ทำการวิเคราะห์ของค่าตัวแปรที่ส่งผลต่อความเรียบผิวของงานกัด เมื่อพิจารณาค่า Sig ที่ได้จากการวิเคราะห์การกระจายข้อมูล นำผลที่ได้ทั้งหมดมาหาความสัมพันธ์ของความเร็วรอบ อัตราป้อน และความลึกในการป้อน พบว่าปัจจัยที่เป็นอิทธิพลหลัก (Main Effect) ส่งผลกระทบต่อความสึกหรอของดอกกัด คือ ความลึกในการป้อนมีอิทธิพลต่อความสึกหรอของดอกกัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และอัตราป้อนมีอิทธิพลต่อความสึกหรอของดอกกัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ปัจจัยอื่นๆ ไม่มีอิทธิพลต่อความสึกหรอของดอกกัด ดังรายละเอียดต่อไปนี้



รูปที่ 7 กราฟแสดงความแตกต่างของระดับระยะป้อนลึก ที่มีอิทธิพลต่อความสึกหรอของคมตัด



รูปที่ 8 กราฟแสดงความแตกต่างของระดับอัตราป้อน ที่มีอิทธิพลต่อความสึกหรอของคมตัด

7. สรุปผลการวิจัย

7.1 พิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน

ความเร็วรอบ (Speed) โดยกำหนดความเร็วรอบไว้ 3 ระดับคือ 1,000, 1,250 และ 1,500 รอบ/นาที มีผลต่อคุณภาพผิวงาน (ความเรียบของผิวงาน) ในการกัดอลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024 โดยใช้ดอกกัดเหล็กความเร็วรอบสูง (High Speed Steel) เพราะเมื่อเพิ่มความเร็วรอบมากขึ้นมีผลทำให้ค่าความเรียบของผิวงานมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากความเร็วรอบที่สูงจะทำให้มีดตัด ตัดชิ้นงานในปริมาณที่น้อยและตัดเฉือนได้ถี่ขึ้นจึงทำให้มีความเรียบมากขึ้น ดังนี้ ความเร็วรอบที่ระดับ 1,000 รอบ/นาที ให้ค่าความเรียบผิวเฉลี่ยที่ 2.369 μm. ความเร็วรอบที่ระดับ 1,250 รอบ/นาที ให้ค่าความเรียบผิวเฉลี่ยที่ 1.917 μm. และความเร็วรอบที่ระดับ 1,500 รอบ/นาที ให้ค่าความเรียบผิวเฉลี่ยที่ 1.752 μm.

อัตราป้อน (Feed) ในการการกัดอลูมิเนียม 2024 โดยใช้ดอกกัดเหล็กความเร็วรอบสูง (High Speed Steel)โดยกำหนดอัตราป้อน ไว้ 3 ระดับคือ 150, 200, 250 มิลลิเมตร/นาที ซึ่งมีอิทธิพลต่อความเรียบผิวของงาน เพราะเมื่อใช้อัตราป้อนที่ต่ำกว่าจะส่งผลให้มีความเรียบของผิวงานมากขึ้น เนื่องจาก อัตราป้อนที่ช้าจะทำให้มีดกัดสามารถตัดเฉือนชิ้นงานในปริมาณที่น้อยและตัดเฉือนได้ถี่ขึ้นจึงทำให้มีความเรียบมากขึ้นดังนี้ ที่อัตราป้อนระดับ 150 มิลลิเมตร/นาที ให้ค่าความเรียบผิวเฉลี่ยที่ 1.296 μm. ที่อัตราป้อนระดับ 200 มิลลิเมตร/นาที ให้ค่าความเรียบผิวเฉลี่ยที่ 2.008 μm. และที่อัตราป้อนระดับ 250 มิลลิเมตร/นาที ให้ค่าความเรียบผิวเฉลี่ยที่ 2.735 μm. ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประวุฒิ เพชรไพรินทร์ [4] ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิวและความสึกหรอของคมตัดในการกัดทองเหลืองผสม

7.2 พิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสึกหรอของดอกกัด

ระยะป้อนลึก (Deep of cut) โดยกำหนดระยะป้อนลึกไว้ 3 ระดับคือ 3, 4, และ 5 มิลลิเมตร ซึ่งมีผลต่อการสึกหรอของดอกกัด คือ เมื่อใช้ระดับอัตราป้อนที่ต่ำกว่าในการกัดจะทำให้การสึกหรอของดอกกัดน้อยกว่าระยะป้อนลึกที่มากกว่าขึ้น ดังนี้ ที่ระยะป้อนลึกที่ 3 มิลลิเมตร ส่งผลกระทบต่อความสึกหรอของคมตัดที่น้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.00165 กรัม ที่ระยะป้อนลึกที่ 4 มิลลิเมตร ส่งผลกระทบต่อความสึกหรอของคมตัดซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.00187 กรัม และที่ระยะป้อนลึกที่ 5 มิลลิเมตร ส่งผลกระทบต่อความสึกหรอของคมตัดมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.00231 กรัม เพราะว่าในการกัด ดอกกัดจะตัดเฉือนชิ้นงานด้วยคมตัดด้านข้างจึงส่งผลให้เมื่อกัดลึกมากเท่าใดผิวของคมตัดด้านข้างจะสัมผัสชิ้นงานมากขึ้นเท่านั้น จึงส่งผลให้มีการสึกหรอเนื่องจากการขัดสีที่ผิวด้านข้าง หรือผิวหลบ (Flank Wear) มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ [5] ได้ทำการศึกษา เปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านทานการสึกหรอของเอ็นมิลล์ประเภททังสเตนคาร์ไบด์ ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนและแม่พิมพ์ ซึ่งโดยทั่วไปเป็นการสึกหรอที่เกิดจากชิ้นงานเคลื่อนที่สัมผัสผ่านมีดกัดในขณะเดียวกันก็เกิดเศษตัด (Chip) แยกตัวออกมาจากชิ้นงาน ถ้าการสึกหรอด้านผิวหลบขยายตัวเพิ่มขึ้น ก็จะมีผลโดยตรงต่อขนาดของร่องกัดมากขึ้น

อัตราป้อน (Feed) ในการการกัดอลูมิเนียม 2024 โดยใช้ดอกกัดเหล็กความเร็วรอบสูง (High Speed Steel) โดยกำหนดอัตราป้อน ไว้ 3 ระดับคือ 150, 200 และ 250 มิลลิเมตร/นาที ซึ่งมีผลต่อการสึกหรอของดอกกัด คือ เมื่อใช้อัตราป้อนที่ต่ำกว่าจะส่งผลให้เกิดการสึกหรอของดอกกัดน้อยกว่าการใช้อัตราป้อนมีสูง เนื่องจากอัตราป้อนที่ต่ำจะทำให้มีดกัดสามารถตัดเฉือนชิ้นงานในปริมาณที่น้อยกว่าอัตราป้อนที่สูงเมื่อเทียบปริมาณการตัดเฉือนเนื้อโลหะในแต่ละคมตัด ซึ่งทำให้เกิดแรงเสียดทาน และความร้อนในการตัดเฉือนต่างกันจึงส่งผลให้เกิดการสึกหรอที่ต่างกัน ดังนี้ ที่ระดับอัตราป้อนที่ 150 มม./นาที ส่งผลกระทบต่อความสึกหรอของคมตัดที่น้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.00182 กรัม ที่อัตราป้อนที่ 200 มม./นาที ส่งผลกระทบต่อความสึกหรอของคมตัด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.00187 กรัม และที่ระยะป้อนลึกที่ 250 มม./นาที ส่งผลกระทบต่อความสึกหรอของคมตัดมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.00219 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมิง อบมา [6] ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผิวและการสึกหรอของคมตัดในการกัดพอลิเมทิลเมทาคริเลต พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราป้อนต่ำจะทำให้การสึกหรอของคมตัดต่ำแต่ถ้าเพิ่มอัตราป้อนให้สูงขึ้นก็จะส่งผลให้คมตัดของมีดกัดสึกหรอมากยิ่งขึ้น เพราะว่าอัตราป้อนมาขึ้นทำให้มีดเดินกัดงานมีระยะห่างระหว่างรอยกัดกว้าง ซึ่งส่งผลต่อปริมาณของเศษโลหะ และแรงเสียดทานมากขึ้นจึงส่งผลให้เกิดการสึกหรอมากขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประวุฒิ เพชรไพรินทร์ [4] ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิวและความสึกหรอของคมตัดในการกัดทองเหลืองผสม พบว่า เมื่อใช้อัตราป้อนที่ต่ำกว่าจะส่งผลให้เกิดการสึกหรอของคมตัดน้อยกว่าการใช้อัตราป้อนที่สูง เพราะว่ามีดกัดจะตัดเฉือนชิ้นงานในปริมาณที่น้อยต่อคมตัดทำให้ใช้แรงในการกัดน้อยไปด้วยส่งผลให้เกิดการสึกหรอที่น้อยกว่าการใช้อัตราป้อนที่สูง

8. เอกสารอ้างอิง

บจก. เอเชี่ยนพลัส ซัพพลาย [Online], Available. http:// www.pantipmarket.com/items/11606739.

บทความ อลูมิเนียมอัลลอย (Aluminum Alloye) [Online], Available. http:// www.maxsteelthai.com/index.php?option…id…alloys.

สหรัฐ วงษ์ศรีษะ, 2004, **ศึกษาเชิงวิศวกรรมย้อนรอยมีดกัดร่อง (Slot drills) ที่ผลจากเหล็กกล้ารอบสูง,** Mechanical Technology Magazine, Vol. 5, No. 54, pp. 28 - 31.

ประวุฒิ เพชรไพรินทร์ **"การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิวและความสึกหรอของคมตัดในการกัดทองเหลืองผสม",** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สหรัฐ วงษ์ศรีษะ, 2002, **การศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานและการสึกหรอของเอ็นมิลล์ที่ผลิตภายในประเทศ,** Mechanical Technology Magazine, Vol. 1, No. 5, pp. 30 - 36.

สมิง อบมา, 2554, **ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผิวและการสึกหรอของคมตัดในการกัดพอลิเมทิลเมทาคริเลต,** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.