บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (Experiments Research) ที่จะมุ่งศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิว และความสึกหรอของคมตัด ในกัดอลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024 โดยใช้น้ำมันตัดเฉือนแบบผสมน้ำ ดังนั้นเพื่อให้งานวิจัยเป็นไปด้วยความถูกต้อง และบรรลุตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนวิธีการดำเนินงานตามลำดับ ดังนี้

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.2 การทดลองเบื้องต้น

3.3 การออกแบบการทดลอง

3.4 ขั้นตอนการทดลอง

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 เครื่องกัดตั้งแบบอัตโนมัติ (CNC Machine)

ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิวและความสึกหรอของคมตัด ในกัดอลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024 ผู้วิจัยใช้เครื่องกัดตั้ง (CNC Machine) ดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 เครื่อง CNC Milling รุ่น T - P0W MH 1050

3.1.2 เครื่องวัดความเรียบผิว

ใช้ตรวจสอบความเรียบของพื้นผิวของชิ้นทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับค่าความเรียบของพื้นผิวที่ได้จากการเจียระไน (Ra = 0.1 - 1.6 μm.)

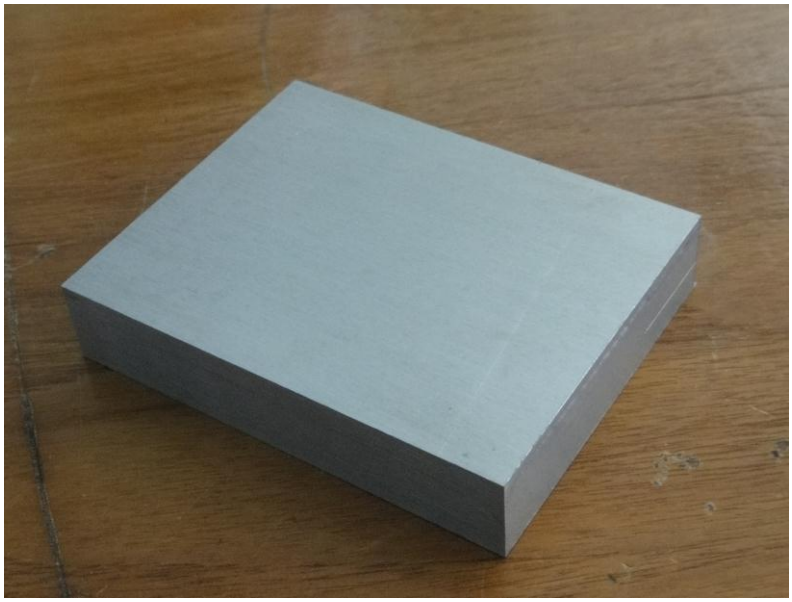
รูปที่ 3.2 เครื่องตรวจสอบความเรียบของผิวงาน

3.1.3 เครื่องชั่งน้ำหนักวัดขนาดความสึกหรอของคมตัด

รูปที่ 3.3 เครื่องชั่งน้ำหนักวัดขนาดความสึกหรอของคมตัด

3.1.5 วัสดุชิ้นงาน

วัสดุชิ้นงานที่ใช้ในการทดลองเป็นอลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024 ขนาดกว้าง 80 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร หนา 20 มิลลิเมตร จำนวน 54 ชิ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วัสดุชิ้นงานทดลอง

3.1.6 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

รูปที่ 3.5 มีดกัดที่ใช้ในการทดลอง

3.2 การทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)

การทดลองเบื้องต้น (Pilot study) เป็นการศึกษาตัวแปรอิสระบางระดับเพื่อจะได้ทราบแนวทางที่เหมาะสมของการทดลอง เช่นทำให้ทราบถึงผลของตัวแปรและระดับที่นำมาศึกษาว่า มีความเหมาะสม หรือมีความสัมพันธ์กันแบบใดกับตัวแปรหลักที่ต้องการศึกษา เพื่อจะได้เลือกระดับของตัวแปรอิสระที่จะทำการศึกษาวิจัยได้ถูกต้อง ไม่ทำให้สิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น อีกทั้งยังป้องกันไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหายของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองด้วย ซึ่งเมื่อทราบถึงแนวทางที่ถูกต้องแล้วก็จะทำการทดลองกับตัวแปรที่กำหนดไว้ทีละชุด เพื่อหาข้อสรุปถึงปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผิวงาน (ค่าความขรุขระของพื้นผิว) และการสึกหรอของคมตัดมีดกัด ซึ่งในการทดลองเบื้องต้น 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

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าเฉลี่ยความเรียบผิวงานกัด (μ m) ที่วัดได้จากการทดลองเบื้องต้น

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	ระยะป้อนลึก (มม.)	อัตราป้อน (มม./นาที)					
		150		200		250	
		1	2	1	2	1	2
1,000	3.00	8				6	
	4.00						
	5.00	1				5	
1,250	3.00	25				27	
	4.00						
	5.00	15				4	
1,500	3.00	3				11	
	4.00						
	5.00	19				26	

3.2.1 ขั้นตอนการทดลองเบื้องต้น

3.2.1.1 ทดลองกัดเพื่อวัดความเรียบผิว

จากตารางที่ 3.1 ผู้วิจัยได้ทดลองกัดชิ้นงานโดยใช้ดอกกัด End Mill ขนาด ϕ 10 มม. และใช้น้ำมันตัดเฉือนแบบผสมน้ำ โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการกัดดังนี้

1. การกัดด้วยอัตราป้อน 150 มม./นาที ป้อนลึก 3 มม. และความเร็วรอบ 1,000 รอบ/นาที
2. การกัดด้วยอัตราป้อน 250 มม./นาที ป้อนลึก 3 มม. และความเร็วรอบ 1,000 รอบ/นาที
3. การกัดด้วยอัตราป้อน 150 มม./นาที ป้อนลึก 5 มม. และความเร็วรอบ 1,000 รอบ/นาที
4. การกัดด้วยอัตราป้อน 250 มม./นาที ป้อนลึก 5 มม. และความเร็วรอบ 1,000 รอบ/นาที
5. การกัดด้วยอัตราป้อน 150 มม./นาที ป้อนลึก 3 มม. และความเร็วรอบ 1,250 รอบ/นาที
6. การกัดด้วยอัตราป้อน 250 มม./นาที ป้อนลึก 3 มม. และความเร็วรอบ 1,250 รอบ/นาที
7. การกัดด้วยอัตราป้อน 150 มม./นาที ป้อนลึก 5 มม. และความเร็วรอบ 1,250 รอบ/นาที
8. การกัดด้วยอัตราป้อน 250 มม./นาที ป้อนลึก 5 มม. และความเร็วรอบ 1,250 รอบ/นาที
5. การกัดด้วยอัตราป้อน 150 มม./นาที ป้อนลึก 3 มม. และความเร็วรอบ 1,500 รอบ/นาที
6. การกัดด้วยอัตราป้อน 250 มม./นาที ป้อนลึก 3 มม. และความเร็วรอบ 1,500 รอบ/นาที
7. การกัดด้วยอัตราป้อน 150 มม./นาที ป้อนลึก 5 มม. และความเร็วรอบ 1,500 รอบ/นาที
8. การกัดด้วยอัตราป้อน 250 มม./นาที ป้อนลึก 5 มม. และความเร็วรอบ 1,500 รอบ/นาที

โดยกัดตลอดความกว้างของชิ้นงาน (80 มม.) จากนั้นทำการวัดความเรียบผิวชิ้นงาน โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ของการกัด คือ ในระยะเริ่มต้น ระยะกลาง (50 มม.) และระยะหลัง ซึ่งทั้ง 3 จุดที่จะทำการวัดความเรียบผิวต้องวัดในตำแหน่งเดียวกันทั้งหมด เพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำในการวัด และบันทึกผลการทดลองลงในตาราง

3.2.1.2 ทดลองกัดเพื่อวัดการสึกหรอ

ก่อนการกัดงานเพื่อทดสอบความเรียบผิว และการสึกหรอของดอกกัดต้องทำการชั่งน้ำหนักดอกกัดก่อนดำเนินการกัดโดยใช้ดอกกัดเดิม และค่าพารามิเตอร์เดิมจากการทดลองกัดเพื่อวัดความเรียบผิว จากนั้นทำการชั่งนำหนักเพื่อหาน้ำหนักที่หายไปของดอกกัด และบันทึกผลการทดลองลงในตาราง

3.3 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment)

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองเบื้องต้น จะได้ข้อมูลมาเพื่อจะใช้ในการออกแบบ การกำหนดตัวแปร และวิธีการเก็บผลการทดลองกับชิ้นงานทั้งหมด 54 ชิ้น ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 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

หมายเหตุ :

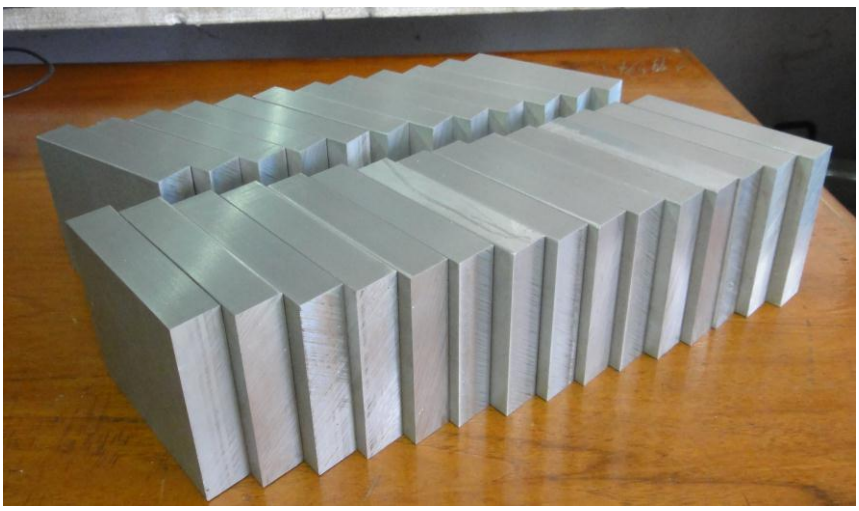
1. แผนการทดลองกำหนดใช้เงื่อนไขละ 2 ครั้ง
2. หมายเลข 1, 2,....และ 54 หมายถึง หมายเลขของชิ้นงานที่ได้จากการสุ่ม
3. สุ่มหมายเลขชิ้นงานในการทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

3.4 ขั้นตอนการทดลอง

1. นำดอกกัดล้างทำความสะอาดด้วยอะซิโตน (Acetone) และนำมาชั่งน้ำหนักและจดบันทึกค่าไว้ ให้ครบจำนวน 54 ดอก ดังแสดงในรูปที่ 3.6

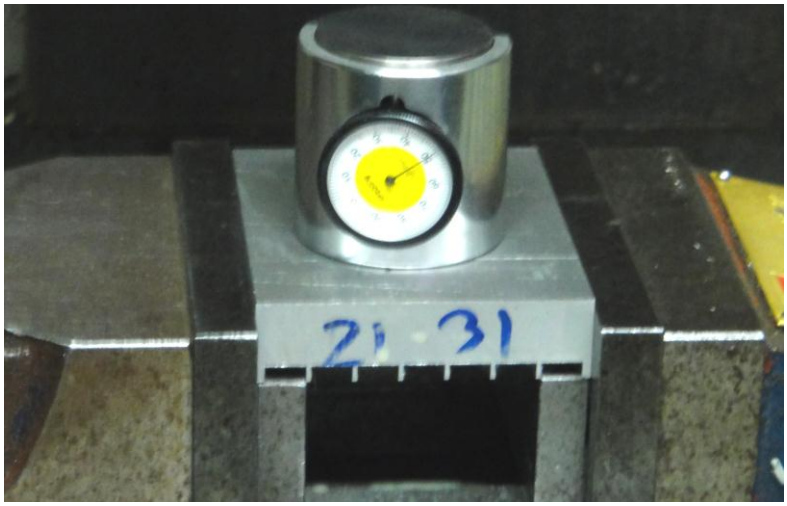
รูปที่ 3.6 แสดงการล้างทำความสะอาดดอกกัดด้วยอะซิโตน และชั่งน้ำหนักก่อนการทดลอง

2. นำชิ้นงานอลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024 มาตัดชิ้นงานให้ได้ขนาดกว้าง 80 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร หนา 20 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง

3. จับยึดชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง อลูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024 ที่ปากกาจับยึดชิ้นงานบนเครื่องกัด ปรับระดับความเที่ยงตรงโดยใช้นาฬิกาวัด (Dial Gauge) ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ใช้ปากกาจับยึดชิ้นงาน ปรับระดับความเที่ยงตรงโดยใช้นาฬิกาวัด (Dial Gauge)

4. จับยึดดอกกัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร เข้ากับเครื่องกัด ดังแสดงในรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 แสดงการจับยึดดอกกัด

5. ตั้งระยะป้อนมีดกัดจากผิวชิ้นงานลึก 3 มิลลิเมตร โดยตั้งค่าสเกลที่เครื่องกัด

6. ปรับอัตราการป้อนให้สัมพันธ์กับความเร็วรอบ ตามที่กำหนดไว้ในแผนการทดลอง พร้อมทั้งใช้สารหล่อเย็นตามที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 ปรับค่าตัวแปรในโปรแกรม CNC

7. กัดชิ้นงานด้วยเครื่องอัตโนมัติ ซึ่งการกัดจะเป็นไปตามตารางเลขสุ่ม (ตารางที่ 3.2) จากลำดับที่ 1 - 54 โดยการกัดตลอดความกว้างชิ้นงาน 80 มิลลิเมตร

8. ถอดมีดกัดออกมาล้างทำความสะอาดด้วยด้วยอะซิโตน (Acetone) แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อวัดความสึกหรอที่เกิดจากการกัด แล้วจดบันทึกค่าความสึกหรอของมีดกัด (g)

9. ทำซ้ำในขั้นตอนการทดลองที่ 3.4.1 - 3.4.8 โดยเปลี่ยนอัตราป้อนให้สัมพันธ์กับความเร็วตัด และสารหล่อเย็นตามที่กำหนดไว้ในตารางจนครบ 54 ชิ้น

10 นำชิ้นงานมาวัดความเรียบผิว ในการวัดค่าความเรียบผิวงานนั้น จะกระทำโดยการถอดชิ้นงานออกมาทำการวัดผิว ก็ต่อเมื่อมีการกัดผิวงานไปแล้ว 7 ครั้ง เหตุผลก็เพราะว่าผิวหน้าชิ้นงานมีความกว้าง 80 มิลลิเมตร

11. จดบันทึกค่าความเรียบผิวงานที่ได้จากการวัด

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ โดยใช้หลักสถิติศาสตร์บรรยายผลจากการทดลอง โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ตรวจความถูกต้อง และสมบูรณ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

2. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้คะแนนเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ของค่าการวัดความเรียบผิว และความสึกหรอของมีดกัด ซึ่งเกิดจากการทดลองซ้ำหลายครั้ง

3. ทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ของอัตราป้อน ความเร็วรอบ และระยะป้อนลึกในการกัด อลูมิเนียม 2024

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

- ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- นำข้อมูลที่รวบรวมได้ มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และใช้สถิติในการวิเคราะห์
- สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากตัวอย่างงานกัดในแต่ละพารามิเตอร์ โดยใช้สถิติดังนี้

3.6.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) [29]

$$\overline{\mathbf{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} xi}{N}$$

$\overline{\mathrm{X}}$ = ค่าเฉลี่ย

$\sum xi$ = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N = จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

3.6.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

เป็นการวัดการกระจายข้อมูล (Measure of Variability) ที่เบี่ยงแบนออกจากค่าเฉลี่ยของข้อมูล [29]

$$\boldsymbol{S.D.} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x-\overline{x})^{-2}}{n-1}}$$

S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

X = ข้อมูลแต่ละตัว

$\overline{\mathrm{X}}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละตัว

N = จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

3.6.3 ทดสอบการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution)

ของข้อมูล โดยใช้สถิติ One - sample Kolmogorov - Smirnov Test และ Anderson - Darling Normality test

3.6.4 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) ANOVA [30]

โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการกระจายตัวมาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อความเรียบผิว และการสึกหรอของมีดกัด