

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

ปัจจุบันมีผู้ผลิตใบเลื่อยกลมากมายหลายยี่ห้อและผลิตออกมาให้สามารถเลือกใช้กับวัสดุได้หลายชนิด แต่ละชนิดและยี่ห้อจะมีความแตกต่างกันทั้งในด้านราคา และความสามารถในการทำงาน ซึ่งแต่ละยี่ห้อก็สามารถตัดเนื้อชิ้นงานได้ตามความต้องการ อย่างไรก็ตาม การเลือกใบเลื่อยกลมาใช้ในการกระบวนการตัดเนื้อโลหะในกระบวนการผลิต มีผลโดยตรงต่อค่าใช้จ่ายในการผลิต สำหรับใบเลื่อยกลที่เหมาะสมในกระบวนการตัดเนื้อในการผลิตต้องทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำสุด ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าใบเลื่อยกลที่เหมาะสมในงานผลิตอาจไม่ใช่ใบเลื่อยกลที่มีราคาแพงที่สุด ดังนั้นการศึกษายี่ห้อที่มีผลต่อการสึกหรอของใบเลื่อยกลชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel) ลักษณะการสึกหรอของใบเลื่อยกลรวมถึงปัจจัยอื่นที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการตัดเนื้อของใบเลื่อยกลนั้น ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยต้องศึกษาถึงปัญหาเพื่อให้สามารถกำหนดขอบเขตของปัญหาได้อย่างชัดเจนเพื่อก้าวไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง หลังจากนั้นจึงทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูล จากตำรา เอกสาร วารสาร รวมทั้งงานวิจัยทั้งภายในและต่างประเทศ ที่มีเนื้อหาใกล้เคียงหรือลักษณะการของการวิจัยเดียวกันจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น ห้องสมุดของสถาบันอุดมศึกษา ตลอดจนศึกษาจากประสบการณ์ การปฏิบัติงานเกี่ยวกับการตัดโลหะด้วยใบเลื่อยกล ต่อไปก็จะศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและกำหนดตัวแปรต่างๆ รวมไปถึงผลที่ได้จากการทดลอง จากนั้นเข้าสู่กระบวนการแปรผลการทดลองและการตีความผลการวิจัย

3.1.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการสึกหรอของใบเลื่อยกลชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel) ลักษณะการสึกหรอของใบเลื่อยกลในการตัดเนื้อโลหะและปัจจัยอื่นๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัยดังกล่าว

3.1.2 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยหลายส่วน เช่น เอกสารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ ข้อมูลจากเอกสารและตำราบทความทางวิชาการนอกจากนี้ยังรวมไปถึงข้อมูลที่ใช้ประกอบทางอินเทอร์เน็ตที่ใช้ประกอบในการจัดทำงานวิจัยดังกล่าว ซึ่งจากการศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องก็พบว่า การสึกหรอและความผิดพลาดในการทำงานของใบเลื่อยเมื่อตัดเหล็กกล้าไร้สนิม 17-7, [7] เป็นการศึกษาการทดลองเกี่ยวกับแรงตัด และพลังงานตัดเกี่ยวข้องกับการสึกหรอของใบเลื่อยชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง (HSS) การวัดพลังงานตัดเฉพาะสำหรับการประเมิน

ประสิทธิภาพของการเลื่อยแบบสายพานในวัสดุชิ้นงานที่แตกต่างกัน [8] การสึกหรอและความผิดพลาดในการเลื่อยด้วยใบเลื่อยเมื่อใช้ตัดตลับลูกปืน[9] และได้ศึกษาการสึกหรอและกลศาสตร์กระบวนการตัดของใบเลื่อย [10]

ด้วยเหตุนี้จึงเป็นเหตุผลทำให้ผู้ทำงานวิจัยเลือกปัจจัยที่ใช้ในการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการสึกหรอของใบเลื่อยกลชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูงและลักษณะการสึกหรอของใบเลื่อยกลชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel) โดยใช้ตัวแปรในการศึกษาได้แก่

1. อัตราป้อน (FEED) แรงกดจากโครงเลื่อยมี 3 ระดับคือ 0.20, 0.30 ,0.4 มม/ครั้ง
2. ความเร็วช่วงชัก (SAWING SPEED) มี 3 ระดับคือ 77,94,112 ครั้ง/นาที

โดยไม่ใช้น้ำหล่อเย็นในขณะทำการทดลอง ประกอบกับจากตัวแปรที่ใช้ในการทดลองนั้นสามารถเลือกและปรับใช้กับเครื่องเลื่อยกลได้โดยตรง

3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

วัสดุ, อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ประกอบไปด้วย

3.2.1 ใบเลื่อย (Saw Blade)

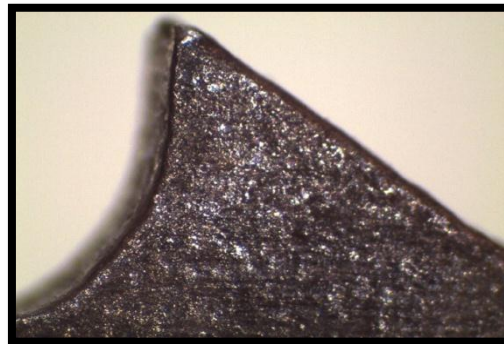
ใบเลื่อยที่ใช้ในการทดลองเป็นเลื่อยกลชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel) ที่มีชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ทางการค้าว่า อีคลิป (ECLIPES) จากประเทศอังกฤษ มีขนาดต่างๆ ให้เลือกใช้ทั้งนี้ผู้ทำการวิจัยเลือกใช้เลื่อยกลแบบไฮสปีด ขนาด 450 - 32- 1.60 mm หรือ 18-1 ¼ -0.062 นิ้ว ระยะฟีด 6T เพราะเป็นที่นิยมใช้และมีขายตามท้องตลาดทั่วไป

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมของเลื่อยกลไฮสปีด (HSS) [23]

ชนิดเลื่อยกล	สัญลักษณ์	ส่วนผสมทางเคมี					
		C	Cr	W	Mo	V	Co
เลื่อยกลไฮสปีด 6T	HSS	0.90	4.1	6.4	5.0	1.8	-



รูปที่ 3.1 ใบเลื่อยกลที่ใช้ทดลอง



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะพื้นเลื่อยที่ทดลอง

3.2.2 เครื่องเลื่อยกล (Sawing Machine)

เครื่องเลื่อยที่ใช้ในการทดลองเป็นเครื่องเลื่อยกลขนาด 250 mm รุ่น G 7025B ยี่ห้อ LIAN YUN จากประเทศจีนทำงานโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากำลังขนาด 2.24 Kw สามารถปรับความเร็วช่วงชักได้ 3 ระดับ คือ 77,94,112 ครั้ง/นาที และอัตราป้อน (FEED) แรงกดจากโครงเลื่อยมี 3 ระดับคือ 0.2,0.30.4 ครั้ง/มิลลิเมตร สามารถจับยึดชิ้นงานกลมที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 250 mm และงานเหลี่ยมขนาด 220 x 220 mm

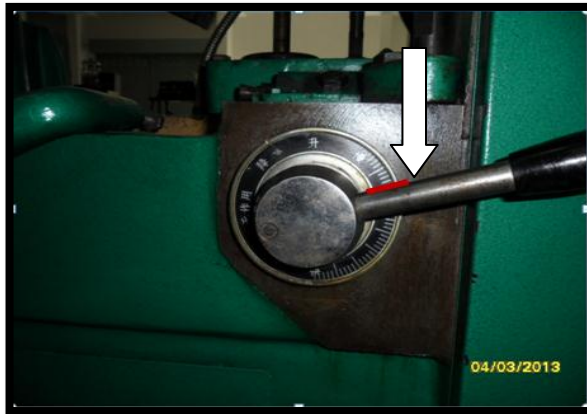


รูปที่ 3.3 เครื่องเลื่อยชักแบบไฮดรอลิก (Power Hack Saw)

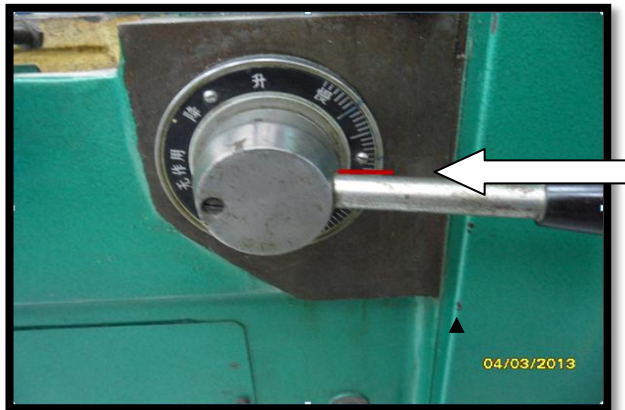
ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลรายละเอียดเครื่องเลื่อย [26]

ITEM		UNIT	DATA
	rounds		250
	Shape bar		220 X 220
	Oblique saw	degree	>45'
Frequency of sawing bow		Rounds/min	77,94,112
Saw size			450 x 45 x 25
Motor Power		Kw	2.24
Over dimentions			1262 x 863 x 967

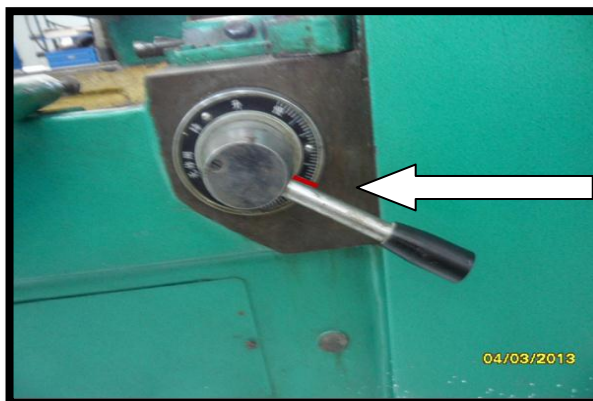
สำหรับการปรับอัตราป้อนเครื่องเลื่อย สามารถปรับได้ที่คันโยก ปิด-เปิด น้ำมันกระบอกไฮดรอลิกของเครื่องเลื่อย ซึ่งสามารถคิดหาอัตราป้อนของกินลึกจากการเลื่อย แต่ละครั้งได้โดยทำการทดลองเลื่อยชิ้นงานโดยปรับความเร็วช่วงชักและปรับคันโยก ปิด-เปิด น้ำมันไฮดรอลิกจากเครื่องเลื่อยตามตำแหน่งสเกลที่ทำการทดลองภายในเวลา 1 นาที แล้วทำการวัดความลึกจากการเลื่อยแต่ละตำแหน่งของความเร็วช่วงชักที่ได้จากการเลื่อยเพื่อทำการคิดหาอัตราป้อนแต่ละครั้งว่าเลื่อยกินลึกกี่มิลลิเมตรต่อครั้งภายในเวลา 1 นาที



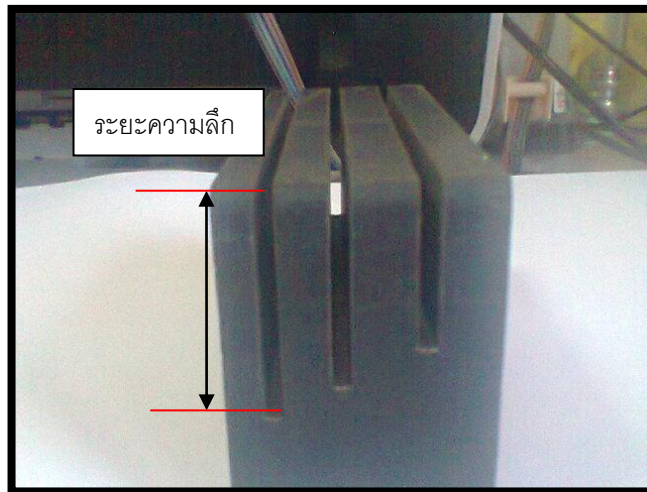
รูปที่ 3.4 ปรับอัตราป้อนตำแหน่งที่ 1



รูปที่ 3.5 ปรับอัตราป้อนตำแหน่งที่ 2



รูปที่ 3.6 ปรับอัตราป้อนตำแหน่งที่ 3



รูปที่ 3.7 การทดลองเพื่อวัดระยะการกินลึกจากการปรับอัตราป้อนจากสเกลเครื่องเลื่อย

ปรับอัตราป้อนตำแหน่งที่ 1 ได้ระยะการกินลึกจากการเลื่อยดังนี้

1. ความเร็วช่วงชักที่ 77 ครั้ง/นาที วัดระยะการกินลึกได้ 15.40 mm
2. ความเร็วช่วงชักที่ 94 ครั้ง/นาที วัดระยะการกินลึกได้ 19.25 mm
3. ความเร็วช่วงชักที่ 112 ครั้ง/นาที วัดระยะการกินลึกได้ 22.40 mm

ปรับอัตราป้อนตำแหน่งที่ 2 ได้ระยะการกินลึกจากการเลื่อยดังนี้

4. ความเร็วช่วงชักที่ 77 ครั้ง/นาที วัดระยะการกินลึกได้ 23.10 mm
5. ความเร็วช่วงชักที่ 94 ครั้ง/นาที วัดระยะการกินลึกได้ 28.20 mm
6. ความเร็วช่วงชักที่ 112 ครั้ง/นาที วัดระยะการกินลึกได้ 33.60 mm

ปรับอัตราป้อนตำแหน่งที่ 3 ได้ระยะการกินลึกจากการเลื่อยดังนี้

7. ความเร็วช่วงชักที่ 77 ครั้ง/นาที วัดระยะการกินลึกได้ 30.80 mm
8. ความเร็วช่วงชักที่ 94 ครั้ง/นาที วัดระยะการกินลึกได้ 37.60 mm
9. ความเร็วช่วงชักที่ 112 ครั้ง/นาที วัดระยะการกินลึกได้ 44.8 mm

จากการทดลองการเลื่อยภายในเวลา 1 นาที แล้วทำการวัดเพื่อหาค่าความลึกในแต่ละตำแหน่งที่ปรับคันโยกปิด-เปิด น้ำไฮดรอลิกส์ ตามความเร็วช่วงชักของเครื่องเลื่อย พบว่าตำแหน่งที่ปรับแต่ละตำแหน่งให้ค่าการกินลึกไม่เท่ากัน จากนั้นทำการหาขนาดอัตราป้อนของเครื่องเลื่อยแต่ละครั้งว่ามีอัตราการกินลึกจากการปรับอัตราป้อน ที่มีลิตรเมตรต่อครั้ง ของแต่ละความเร็วช่วงชักช่วงชัก จากสูตร [22]

$$t = L / s$$

L = ระยะการกินลึกของชิ้นงานที่ได้จากการทดลองเลื่อยภายในเวลา 1 นาที (มม. / นาที)

s = จำนวนครั้งช่วงชัก (ครั้ง/นาที)

t = อัตราการกินลึกแต่ละครั้ง (มม./ครั้ง)

ปรับคันโยกปิด-เปิด น้ำไฮดรอลิกส์ (อัตราป้อน) ตำแหน่งที่ 1 ได้ค่าระยะกินลึกแต่ละครั้งดังนี้

$$t_1 = 15.40 / 77 = 0.20 \text{ มม./ครั้ง}$$

$$t_2 = 19.25 / 94 = 0.20 \text{ มม./ครั้ง}$$

$$t_3 = 22.40 / 112 = 0.20 \text{ มม./ครั้ง}$$

ปรับคันโยกปิด-เปิด น้ำไฮดรอลิกส์ (อัตราป้อน) ตำแหน่งที่ 2 ได้ค่าระยะกินลึกแต่ละครั้งดังนี้

$$t_1 = 23.10 / 77 = 0.30 \text{ มม./ครั้ง}$$

$$t_2 = 28.20 / 94 = 0.30 \text{ มม./ครั้ง}$$

$$t_3 = 33.60 / 112 = 0.30 \text{ มม./ครั้ง}$$

ปรับคันโยกปิด-เปิด น้ำไฮดรอลิกส์ (อัตราป้อน) ตำแหน่งที่ 3 ได้ค่าระยะกินลึกแต่ละครั้งดังนี้

$$t_1 = 30.80 / 77 = 0.40 \text{ มม./ครั้ง}$$

$$t_2 = 37.60 / 94 = 0.40 \text{ มม./ครั้ง}$$

$$t_3 = 44.8 / 112 = 0.40 \text{ มม./ครั้ง}$$

เมื่อทำการทดลองเลื่อยเพื่อหาค่า อัตราป้อน ของเครื่องเลื่อย ที่ได้จากการปรับคันโยก ปิด-เปิด น้ำมันไฮดรอลิกส์ตามสเกลต่างๆ แล้วก็สามารถกำหนดพารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับการออกแบบการทดลองการเลื่อยโดยแบ่งเป็นช่วงเวลาได้ดังนี้

ตารางที่ 3.3 การกำหนดเวลาในการทดลองตามแต่อัตราการกินลึก (อัตราป้อน) 0.20 (ครั้ง/مم.)
ที่ความเร็วช่วงชัก 77,94,112 ครั้ง/นาที

จำนวนฟัน เลื่อย	อัตราการกินลึก (อัตราป้อน) 0.20 มม/ครั้ง	ความเร็วช่วงชัก(ครั้ง/นาที)		
6T	เวลาที่ใช้ในการทดลอง (นาที)	77	94	112
	5 นาที			
	10 นาที			
	15 นาที			

ตารางที่ 3.4 กำหนดเวลาในการทดลองตามแต่อัตราการกินลึก (อัตราป้อน) 0.30 (ครั้ง/مم.)
ที่ความเร็วช่วงชัก 77,94,112 ครั้ง/นาที

จำนวนฟัน เลื่อย	อัตราการกินลึก (อัตราป้อน) 0.30 มม/ครั้ง	ความเร็วช่วงชัก(ครั้ง/นาที)		
6T	เวลาที่ใช้ในการทดลอง (นาที)	77	94	112
	5 นาที			
	10 นาที			
	15 นาที			

ตารางที่ 3.5 กำหนดเวลาในการทดลองตามแต่อัตราการกินลึก (อัตราป้อน) 0.40 (ครั้ง/مم.) ที่
ความเร็วช่วงชัก 77,94,112 ครั้ง/นาที

จำนวนฟัน เลื่อย	อัตราการกินลึก (อัตราป้อน) 0.40 มม/ครั้ง	ความเร็วช่วงชัก(ครั้ง/นาที)		
6T	เวลาที่ใช้ในการทดลอง (นาที)	77	94	112
	5 นาที			
	10 นาที			
	15 นาที			

3.2.3 วิธีการวัดระยะการสึกหรอของใบเลื่อย

ก่อนทำการทดลองเลื่อยวัสดุงานผู้วิจัยได้ทำการศึกษาร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาว่าการวัดระยะการสึกหรอของฟันเลื่อยจะวัดฟันเลื่อยกล ที่ทำการทดลองจำนวนกี่ฟันและเป็นเริ่มต้นฟันที่เท่าไร ซึ่งจากการทดลองเลื่อยก็พบว่าจะเริ่มทำการวัดฟันเลื่อยที่ 39 ของฟันเลื่อยจากการวางฟันเลื่อยเอียงไปด้านซ้ายมือ เป็นฟันลำดับที่ 1 ซึ่งเป็นฟันที่สัมผัสกับผิงานครั้งแรกและจากการที่เครื่องเลื่อยเคลื่อนที่ตามความเร็วช่วงชักไปตัดเนื้อชิ้นงานที่ทดลอง ก็พบว่าจะมีระยะความยาวจากการตัดเป็นจำนวน 19 ฟัน ที่สัมผัสกับชิ้นงานนานที่สุด แล้วนำผลการสึกหรอจำนวน 19 ฟัน มาหาค่าการสึกหรอเฉลี่ย ที่จะใช้เป็นข้อมูลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสึกหรอของใบเลื่อยกลต่อไป



รูปที่ 3.8 แสดงการหาวิธีการวัดเลื่อย



รูปที่ 3.9 แสดงการหาวิธีการวัดเลื่อยที่สัมผัสกับชิ้นงานจำนวน 19 ฟัน

เหล็กกล้าเส้นแบน AISI 1045 หมายถึง เหล็กที่มีธาตุอื่นนอกจากคาร์บอน ผสมอยู่ในเหล็ก ธาตุบางชนิดที่ผสมอยู่ อาจมีปริมาณมากกว่าคาร์บอน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักในเหล็กก็ได้ธาตุที่ผสมลงไปได้แก่ โมลิบดีนัม แมงกานีส ซิลิคอน โครเมียม อลูมิเนียม นิกเกิล และวานาเดียม เป็นต้น จุดประสงค์ที่ต้องเพิ่มธาตุต่างๆเข้าไปในเนื้อเหล็ก ก็เพื่อการทำให้คุณสมบัติของเหล็ก เปลี่ยนไปนั่นเอง



รูปที่ 3.10 แสดงเหล็กกล้าตามมาตรฐาน AISI 1045

ตารางที่ 3.6 แสดงส่วนผสมธาตุทางเคมีในเหล็กกล้า AISI 1045 [24]

เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง Medium Carbon Steel (S45C)			
ส่วนผสมทางเคมี	C	Si	Mn
Chemical	0.42	0.15	0.65
composition	0.48	0.35	0.90

3.2.4 ประแจปอนด์

ประแจวัดแรงบิด (Torque wrench) หรือ ประแจปอนด์ เป็นประแจที่ใช้ในการขันเพื่อตั้งค่าความตึงของใบเลื่อยกลที่จะทำการเลื่อย โดยจะนำใบเลื่อยที่ทดลองมาประกอบเข้ากับเครื่องเลื่อยแล้วใช้ค่าวัดความตึงที่ตั้งไว้ที่สเกลบนหน้าปัทม์ของประแจปอนด์เป็นเกณฑ์กำหนดค่าขันตึงของใบเลื่อยกลโดยใช้ค่าความขันตึงอยู่ที่ระดับ 150 ฟุต-ปอนด์ เสมอทุกครั้งที่ทำการทดลองเลื่อย



รูปที่ 3.11 แสดงรูปปะแจปอนด์

3.2.5 กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในการทดลอง

เพื่อใช้ในการขยายดูโครงสร้างการสึกหรอของพื้นผิวเหล็กหลังผ่านการทดลองใช้งานแล้วมี
เครื่องหมายทางการค้าว่า LAS EZ กำลังขยาย 35 เท่า 650 Pixel



รูปที่ 3.12 แสดงรูปกล้องจุลทรรศน์

3.2.6 นาฬิกาที่ใช้ในการจับเวลา

เป็นนาฬิกาแบบดิจิทัลเพื่อใช้ในการจับเวลาจากการทดลองการสึกหรอของเครื่องเลื่อยเพื่อให้เป็นเวลา
มาตรฐานเดียวกันมีเครื่องหมายทางการค้าว่า Turbo



รูปที่ 3.13 แสดงรูปนาฬิกาดิจิตอลที่ใช้จับเวลา

3.3 ตัวแปรที่ใช้สำหรับการทดลอง

1. การทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ที่มีผลต่อการสึกหรอและลักษณะการสึกหรอของใบเลื่อยกลชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel) กับสภาวะการตัดเฉือนเหล็กกล้า S 45 C โดยศึกษาความสัมพันธ์ของ ความเร็วช่วงชักกับอัตราป้อนของโครงเลื่อย ที่มีผลต่อการสึกหรอของและลักษณะการสึกหรอของใบเลื่อยกล High Speed 6T
2. เครื่องเลื่อยชัก (Power Hack Saw) เครื่องเลื่อยแบบไฮดรอลิกส์ ใช้ส่งกำลังด้วยมอเตอร์แล้วใช้เฟืองเป็นตัวกลับทิศทางและใช้หลักการของข้อเหวี่ยงเป็นตัวขับเคลื่อนให้ใบเลื่อยเคลื่อนที่กลับไปกลับมาในแนวเส้นตรงอย่างต่อเนื่อง
3. วัสดุชิ้นงานที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย เหล็กกล้าคาร์บอนมาตรฐาน S45 C ที่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1479-2541)
4. การทดลองในครั้งนี้ได้กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย ตัวแปรต้น ที่ใช้ ☐ ในการศึกษา ได้ ☐ แก่ ☐ ความเร็วช่วงชักของเครื่องเลื่อย และ อัตราป้อนจากปรับคันโยก ปิด – เปิด น้ำมันไฮดรอลิกส์ของเครื่องเลื่อย สำหรับตัวแปรตาม ได้แก่ การสึกหรอของฟันเลื่อยและลักษณะการสึกหรอของฟันเลื่อยกลที่เป็นผลอันมาจากการทดลองเลื่อยเหล็กกล้าคาร์บอนมาตรฐาน S45 C
5. ใบเลื่อยกลชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel) เป็นใบเลื่อยกลที่มีขนาด 450 - 32-1.60 mm หรือ 18-1 ¼ -0.062 นิ้ว ระยะฟิต 6T เป็นที่นิยมใช้และมีขายตามท้องตลาดทั่วไป

3.4 การออกแบบการทดลอง

1. กำหนดตัวแปรและกำหนดพารามิเตอร์ที่ใช้โดยออกแบบการทดลองให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของงานวิจัยดังกล่าว
2. ศึกษาความเป็นไปได้ในออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) โดยผู้วิจัยได้ศึกษาวัดค่าความเร็วช่วงชัก และ อัตราป้อนจากกระบอกไฮดรอลิกส์ของเครื่องเลือกว่าสามารถทำการทดลองได้หรือไม่ซึ่งจากการศึกษาความเร็วช่วงชัก และ อัตราป้อนของเครื่องเลือสามารถทำการทดลองได้โดยไม่ทำให้ใบเลื่อยเกิดการแตกหัก
3. กำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองโดยศึกษาข้อมูลจากเครื่องเลื่อยเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์โดยกำหนดค่าความเร็วช่วงชัก และอัตราป้อนระยะกินลึกแต่ละครั้งของเครื่องเลื่อย โดยแบ่งใบเลื่อยกลที่ใช้ในการทดลอง 9 ใบของแต่ละช่วงเวลาที่กำหนด ตามพารามิเตอร์ของเครื่องเลื่อย ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.7 การออกแบบการทดลองการเลื่อยชิ้นงาน (Design of Experiment)

จำนวน ฟัน/นิ้ว	ความเร็ว ช่วงชัก (ครั้ง/นาที)	อัตราป้อนกินลึกแต่ละครั้ง (มม./ครั้ง)								
		0.20 มม./ครั้ง			0.30 มม./ครั้ง			0.40 มม./ครั้ง		
		การลึกรวด (um)			อัตราการลึกรวด (um)			อัตราการลึกรวด (um)		
		5 นาที	10 นาที	15 นาที	5 นาที	10 นาที	15 นาที	5 นาที	10 นาที	15 นาที
6T	77									
	94									
	112									

4. กำหนดแผนการทดลอง ในการทดลองเลื่อยชิ้นงานเพื่อให้เป็นไปตามตารางที่กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสุ่มด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) [20] โดยใช้วิธีจับฉลาก ซึ่งแบ่งการทดลองออกเป็น 27 การทดลอง โดยนำใบเลื่อยที่ใช้ในการทดลองจำนวน 9 ใบ มา

เขียนหมายเลขที่ใบเลื่อยให้ตรงกับหมายเลขที่จับขึ้นมาได้ในแต่ละครั้ง ซึ่งเมื่อผู้วิจัยได้จบการฉลากการทดลองแล้วเขียนลำดับการทดลองเรียบร้อยทั้งในตารางและใบเลื่อยแล้วก็จะม้วนแล้วนำกลับไปใส่ในกล่องเดิมเพื่อให้มีความถูกต้องในขั้นตอนของการสุ่มอย่างง่าย

ตารางที่ 3.8 ลำดับการทดลองอยู่ในลักษณะการสุ่มอย่างง่าย

จำนวนฟัน/ นิ้ว	ความเร็ว ช่วงชัก (ครั้ง/ นาที)	อัตราป้อนระยะกินลึกแต่ละครั้ง (มม./ครั้ง)								
		0.20 มม./ครั้ง			0.30 มม./ครั้ง			0.40 มม./ครั้ง		
		อัตราการสึกหรอ (มม)			อัตราการสึกหรอ (มม)			อัตราการสึกหรอ (มม)		
		5 นาที	10 นาที	15 นาที	5 นาที	10 นาที	15 นาที	5 นาที	10 นาที	15 นาที
6T	77	2	11	20	6	15	24	3	12	21
	94	8	17	26	1	10	19	5	14	23
	112	4	13	22	9	18	27	7	16	25

3.5 วิธีการทดลอง

1. นำเหล็กกล้าคาร์บอนมาตรฐาน S 45 C ขนาด 2"x 3" ที่เตรียมไว้มาจับยึดกับปากการจับงานของเครื่องเลื่อย โดยขันยึดให้แน่นเพื่อเตรียมทำการทำการทดลองเลื่อยตามตารางการทดลอง (ตามตารางที่ 3.8)



รูปที่ 3.14 แสดงการจับยึดงาน

2. นำใบเลื่อยที่เขียนหมายเลขตามตารางเลขชຸ່มมาเรียงลำดับไว้เพื่อทำการทดลองการเลื่อยตามลำดับที่ละใบจนครบทุกหมายเลขของใบเลื่อย (ตามตารางที่ 3.8)



รูปที่ 3.15 แสดงลำดับการทดลองของใบเลื่อย

3. นำใบเลื่อยที่ได้กำหนดเป็นหมายเลขจากการชຸ່มตัวอย่าง ไว้จากตารางข้างต้นมายึดเข้ากับโครงเลื่อยแล้วทำการขันยึดเพื่อให้ใบเลื่อยมีความตຽงโดยใช้ประแจปอนด์เป็นเครื่องมือวัดความตຽงของใบเลื่อย



รูปที่ 3.16 แสดงการประกอบใบเลื่อยเข้ากับเครื่องเลื่อย



รูปที่ 3.17 แสดงการประกอบใบเลื่อยเข้ากับเครื่องเลื่อยและทดลองเลื่อย

4. ทำการวัดค่าความชันตรงของใบเลื่อยทุกครั้งก่อนทำการทดลองเลื่อย โดยใช้ประแจปอนด์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัด ซึ่งค่าความชันตรงของใบเลื่อยที่ได้จากการวัดมีค่า 150 ฟุต-ปอนด์ เสมอ



รูปที่ 3.18 แสดงค่าการขันตึงใบเลื่อยด้วยประแจปอนด์

5. จากนั้นทำการทดลองเลื่อยที่ละใบตามหมายเลขลำดับที่จับฉลากขึ้นมาได้จากตาราง ลำดับการทดลองในลักษณะการสุ่มอย่างง่ายในแต่ละช่วงเวลาโดยกำหนดช่วงเวลารทดลองดังนี้ 5 , 10 , 15 นาทีตามลำดับโดยไม่ใช้สารหล่อเย็นซึ่งการจับเวลาจะใช้นาฬิกาแบบดิจิตอล (ตามตารางที่ 3.3-3.5)



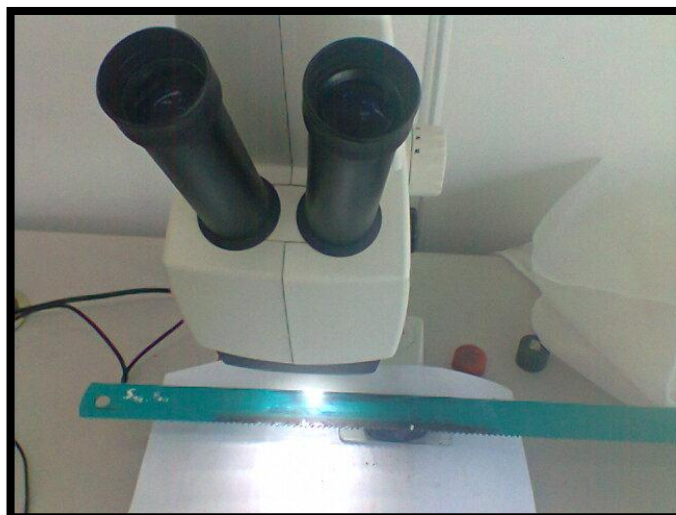
รูปที่ 3.19 แสดงการจับเวลาการเลื่อย

6. เมื่อทำการทดลองเลี้ยงชิ้นงานตามพารามิเตอร์ต่าง ๆ แล้วผู้วิจัยจะทำการเก็บเศษของจีเลี้ยง และเศษของชิ้นงานไว้เพื่อทำการศึกษาต่อไป

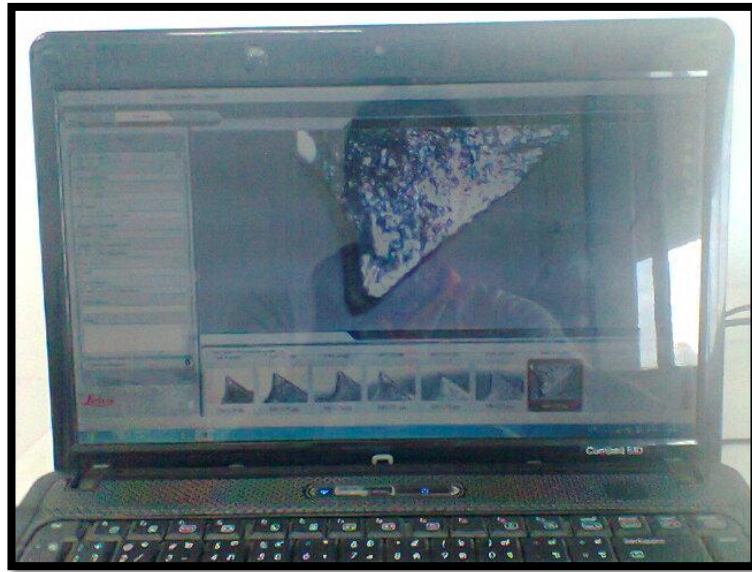


รูปที่ 3.20 แสดงการเก็บเศษจีเลี้ยงและชิ้นงานที่ผ่านการทดลองเลี้ยง

7. เมื่อทำการทดลองเลี้ยงตามพารามิเตอร์ที่ออกแบบไว้ตามตารางทดลอง ภายในเวลาที่กำหนด แต่ละช่วงเวลาแล้วโดยเริ่มจากช่วงเวลาที่ 5 นาที เมื่อทดลองเลี้ยงจนครบทุกใบเลี้ยงแล้วก็จะนำไปเลี้ยงที่ผ่านการทดลองแล้ว นำไปถ่ายภาพพื้นเลี้ยงด้วยกล้องขยายพร้อมทั้งบันทึกภาพเก็บข้อมูลไว้ เพื่อที่จะทำการวัดการสีกหรือของพื้นเลี้ยงตามช่วงเวลา 5 , 10 ,15 นาทีตามลำดับ (ตามตารางที่ 3.7)

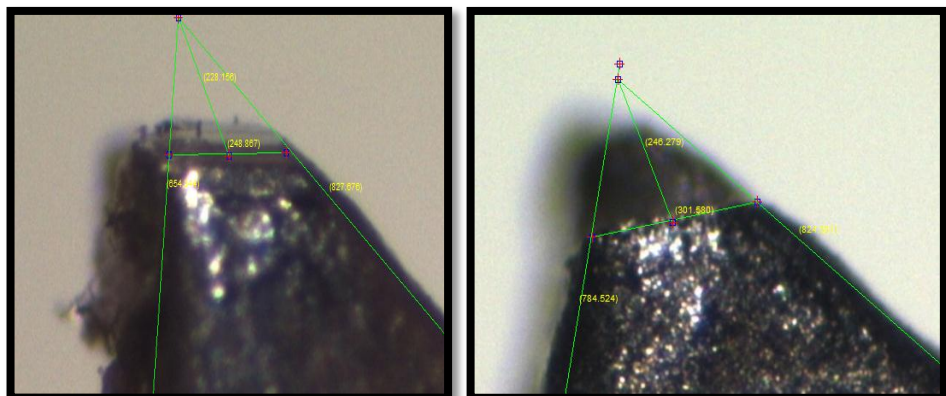


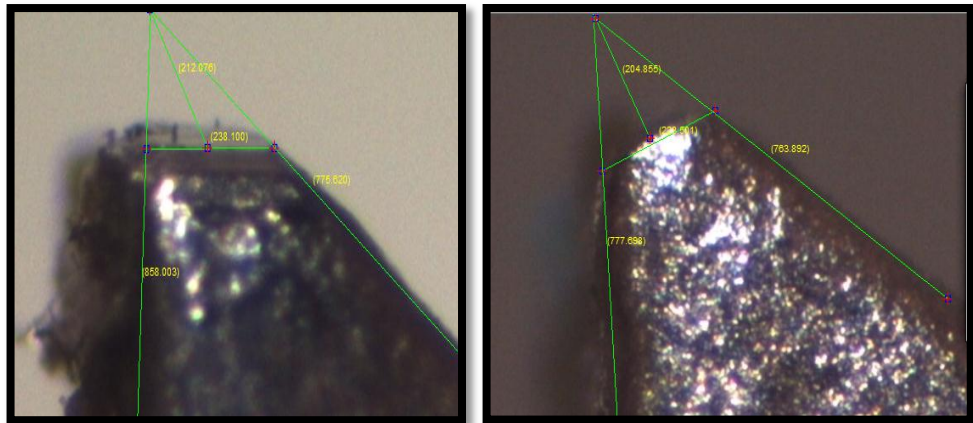
รูปที่ 3.21 การส่องจุลทรรศน์เพื่อบันทึกภาพของพื้นเลี้ยง



รูปที่ 3.22 การบันทึกภาพพื้นเลื่อย

8. เมื่อทำการบันทึกภาพพื้นเลื่อยที่ได้จากการทดลองเลื่อยในแต่ละพารามิเตอร์ ตามช่วงเวลาที่กำหนดแล้วก็จะทำการวัดค่าการสีกหรือของพื้นเลื่อยด้วยโปรแกรมวัดจนครบทุกใบตามช่วงเวลาที่กำหนด





รูปที่ 3.23 แสดงวิธีการวัดพื้นที่ใบผ่านการทดลองเลือกตามช่วงเวลา

3.6 การหาผลลัพธ์ของการทดลอง

การหาผลลัพธ์การทดลองนี้ พิจารณาผลลัพธ์ของการสีกหรือของใบเลือกกลจากตัวแปรที่เกิดขึ้นดังนี้

1. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสีกหรือของใบเลือกกลทั้งความเร็วช่วงชัก และขนาดแรงกดของโครงเลือก ที่ได้จากเครื่องเลือก ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดพารามิเตอร์ที่ต่างกันอันจะส่งผลกระทบการสีกหรือของใบเลือกกล

3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยมีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้

1. การเก็บรวบรวมการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองทั้งหมด 27 การทดลอง ซึ่งทั้ง 27 การทดลองจะใช้ความเร็วช่วงชักและขนาดอัตราป้อนของเครื่องเลือกต่างกันตามตารางออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้
2. เมื่อทำการทดลองเลือกชิ้นงานจนครบตามพารามิเตอร์ที่ได้กำหนดในตารางตามแผนการทดลองทดลองจนครบทุกชิ้นแล้วนำใบเลือกไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์พร้อมบันทึกภาพการสีกหรือของใบเลือกกลเพื่อนำมาทำการวัดค่าการสีกหรือด้วยโปรแกรมวัดค่าการสีกหรือแล้วบันทึกค่าที่ได้จากการวัดลงในตารางการทดลอง
3. บันทึกค่าการสีกหรือของใบเลือกกลในแต่ละพารามิเตอร์จนครบตามตารางการทดลองเพื่อทำการเปรียบเทียบการสีกหรือของพื้นเลือกในช่วงเวลาตามความเร็วช่วงชักและขนาดอัตราป้อน
4. นำค่าที่ได้จากการวัดการสีกหรือของใบเลือกกลไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
5. นำข้อมูลทางสถิติมาแปลผลพร้อมสรุปผลการทดลอง

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการวิจัยมีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้

1. การหาค่าร้อยละ เป็นการหาค่าร้อยละของความแตกต่างระหว่างพันธุ์พืชที่ยังไม่ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบกับพันธุ์พืชที่ทดลองที่มีค่าการสีกหรือมากสุดในแต่ละพารามิเตอร์
2. การหาค่าความแตกต่าง T-test โดยการหาค่าความแตกต่างของการสีกหรือของใบเลี้ยงกลระหว่างความเร็วช่วงชักกับอัตราป้อนที่ได้ผลจากการทดลอง
3. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองแล้วนำผลการวัดค่าการสีกหรือของพันธุ์พืชมาทำการวิเคราะห์ผลว่า ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการสีกหรือของใบเลี้ยงคือปัจจัยของตัวแปรใด

3.9 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

การวิจัยครั้งนี้ผู้ทำการวิจัยใช้สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.9.1 ร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ คือการย่อให้เหลือ 100 ส่วน ถ้าจำนวนที่มีอยู่น้อยกว่า 100 หน่วย การหาค่าร้อยละคือการขยายให้เป็น 100 ส่วน [20]

$$\text{ร้อยละ} = \frac{\text{จำนวนที่สนใจ} \times 100}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}} = \frac{n \times 100}{N}$$

3.9.2 การหาค่าเฉลี่ยการสีกหรือของใบเลี้ยงกลโดยใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ = ผลรวมของเวลาในการตัด

n = จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.9.2 การแจกแจงแบบ t (t distribution) จากประชากรที่ไม่ทราบค่าความแปรปรวน [21]

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}, df = n_1 + n_2 - 2$$

โดยที่ $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ และที่ 2

S_p^2 = ความแปรปรวนรวม

S_1^2, S_2^2 = ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง

n = จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

3.9.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตรา การป้อน และ ความเร็วช่วงชักของเครื่องเลื่อย