

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสึกหรอของใบเลื่อยกลเหล็กกล้าชนิดความเร็วสูง (High Speed Steel) และลักษณะการสึกหรอของใบเลื่อยกล โดยอาศัยพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จากเครื่องเลื่อย เพื่อนำไปใช้ในการทดลองการเลื่อย อันประกอบด้วย ความเร็วช่วงชัก คือ 77, 94, 112 S.P.M ขนาดอัตราป้อนของโครงเลื่อยประกอบด้วย 0.2, 0.3, 0.4 มิลลิเมตรต่อครั้ง และเวลาในแต่ละพารามิเตอร์ที่ทำการทดลอง 5, 10, 15 นาที ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการสึกหรอของใบเลื่อยกลชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel) และลักษณะการสึกหรอของใบเลื่อยกล ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเลื่อยด้วยความเร็วช่วงชัก 77 ครั้งต่อนาที มีผลการสึกหรอดังนี้

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ Speed 77 S.P.M

ขนาดแรงกดของโครงเลื่อย (มม/ครั้ง)	ช่วงเวลา (นาที)		
	5 นาที	10 นาที	15 นาที
0.20	การสึกหรอเฉลี่ย (μm)		
	145.91	161.91	175.18
	182.41	200.97	215.94
	185.73	206.45	220.48

จากการทดลองเลื่อยตามพารามิเตอร์ที่ความเร็วช่วงชัก 77 ครั้งต่อนาที ที่อัตราป้อนของเครื่องเลื่อยแตกต่างกันตามช่วงเวลาต่างกัน พบว่าเมื่อใช้อัตราป้อนของเครื่องเลื่อยเพิ่มมากขึ้น และใช้เวลาเพิ่มมากขึ้นจะเกิดการสึกหรอของฟันเลื่อยมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งดูได้จากค่าเฉลี่ยการสึกหรอของฟันเลื่อยทั้ง 19 ฟัน นอกจากนี้ยังพบว่าฟันเลื่อยที่มีการสึกหรอน้อยจะอยู่ระหว่างฟันเลื่อยที่ 7-9 ฟันเลื่อยที่มีการสึกหรอมากจะอยู่ระหว่างฟันเลื่อยที่ 12, 14, 17

จากผลทดลองเฉลี่ยที่ความเร็วช่วงชัก 94 ครั้งต่อนาที มีผลการสึกหรอดังนี้

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ Speed 94 S.P.M

ขนาดแรงกดของโครงเลื่อย (มม/ครั้ง)	ช่วงเวลา (นาท)		
	5 นาที	10 นาที	15 นาที
	การสึกหรอเฉลี่ย (μm)		
0.20	150.42	166.20	179.36
0.30	188.97	204.13	226.77
0.40	197.70	214.78	233.34

จากการทดลองเฉลี่ยตามพารามิเตอร์ที่ความเร็วช่วงชัก 94 ครั้งต่อนาที ที่อัตราป้อนของเครื่องเลื่อยแตกต่างกันตามช่วงเวลาต่างกัน พบว่าเมื่อใช้อัตราป้อนของเครื่องเลื่อยเพิ่มมากขึ้น และใช้เวลาเพิ่มมากขึ้นจะเกิดการสึกหรอของฟันเลื่อยมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งดูได้จากค่าเฉลี่ยการสึกหรอของฟันเลื่อยทั้ง 19 ฟัน นอกจากนี้ยังพบว่าการทดลองเฉลี่ยอัตราป้อนที่ 0.2 มิลลิเมตรต่อครั้ง ฟันเลื่อยที่มีการสึกหรอน้อยจะอยู่ฟันเลื่อยที่ 16 ฟันเลื่อยที่มีการสึกหรอมากจะอยู่ฟันเลื่อยที่ 2 และการทดลองเฉลี่ยอัตราป้อนที่ 0.3 มิลลิเมตรต่อครั้ง ฟันเลื่อยที่มีการสึกหรอน้อยจะอยู่ฟันเลื่อยที่ 10 ฟันเลื่อยที่มีการสึกหรอมากจะอยู่ฟันเลื่อยที่ 19 นอกจากนี้ถ้าการทดลองเฉลี่ยอัตราป้อนที่ 0.4 มิลลิเมตรต่อครั้ง ฟันเลื่อยที่มีการสึกหรอน้อยจะอยู่ฟันเลื่อยที่ 4 ฟันเลื่อยที่มีการสึกหรอมากจะอยู่ฟันเลื่อยที่ 15 จากการวัดการสึกหรอของฟันเลื่อยจะเห็นเมื่อมีการเพิ่มขนาดอัตราป้อนของเครื่องเลื่อย และความเร็วช่วงชักเพิ่มมากขึ้น การสึกหรอของฟันเลื่อยจะต่างกันจะแปรผันกันไปตามค่าแรงกด

จากการทดลองเฉลี่ยที่ความเร็วช่วงชัก 112 ครั้งต่อนาที

ตารางที่ 5.3 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ Speed 112 S.P.M

ขนาดแรงกดของโครงเลื่อย (มม/ครั้ง)	ช่วงเวลา (นาทื)		
	5 นาทื	10 นาทื	15 นาทื
0.20	การสึกหรอเฉลี่ย (μm)		
	160.68	174.11	189.91
0.30	198.50	215.48	232.46
0.40	202.92	219.79	237.01

จากการทดลองเลื่อยตามพารามิเตอร์ที่ความเร็วช่วงชัก 112 ครั้งต่อนาที ที่อัตราป้อนของเครื่องเลื่อยแตกต่างกันตามช่วงเวลาต่างกัน พบว่าเมื่อใช้อัตราป้อนของเครื่องเลื่อยเพิ่มมากขึ้น และใช้เวลาเพิ่มมากขึ้นจะเกิดการสึกหรอของฟันเลื่อยมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งดูได้จากค่าเฉลี่ยการสึกหรอของฟันเลื่อยทั้ง 19 ฟัน นอกจากนี้ยังพบว่าการทดลองเลื่อยอัตราป้อนที่ 0.2 มิลลิเมตรต่อครั้ง ฟันเลื่อยที่มีการสึกหรอน้อยจะอยู่ฟันเลื่อยที่ 16 ฟันเลื่อยที่มีการสึกหรอมากจะอยู่ฟันเลื่อยที่ 2 และการทดลองเลื่อยระดับอัตราป้อนที่ 0.3 ฟันเลื่อยที่มีการสึกหรอน้อยจะอยู่ฟันเลื่อยที่ 10 ฟันเลื่อยที่มีการสึกหรอมากจะอยู่ฟันเลื่อยที่ 19 นอกจากนี้ถ้าการทดลองเลื่อยอัตราป้อนที่ 0.4 ฟันเลื่อยที่มีการสึกหรอน้อยจะอยู่ฟันเลื่อยที่ 4 ฟันเลื่อยที่มีการสึกหรอมากจะอยู่ฟันเลื่อยที่ 15 จากการวัดการสึกหรอของฟันเลื่อยจะเห็นเมื่อมีความเร็วช่วงชักและขนาดอัตราป้อนของเครื่องเลื่อยเพิ่มมากขึ้นการสึกหรอของฟันเลื่อยจะต่างกันจะแปรผันกันไปตามค่าแรงกด

5.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสึกหรอ

จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการสึกหรอของใบเลื่อยกลชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

ปัจจัยหลัก (Main Effects) จากการวิเคราะห์ทางสถิติผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) จากตารางที่ 4.3.1 พบว่าปัจจัยที่เป็นอิทธิพลหลัก (Main Effect) ส่งผลต่อการสึกหรอของใบเลื่อยกลชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง คือ ขนาดอัตราป้อนของเครื่องเลื่อย มีอิทธิพลต่อการสึกหรอของฟันเลื่อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความเร็วช่วงชักไม่มีอิทธิพลต่อการสึกหรอของฟันเลื่อย สามารถพิจารณาได้จากค่า R-Sq ที่มีค่าเท่ากับ 63.86%หมายความว่า อัตราป้อน (Feed) สามารถอธิบายความผันแปรของการสึกหรอของฟันเลื่อยได้มากถึงร้อยละ 63.86

5.3 ลักษณะการสึกหรอของฟันเลื่อย

จากการทดลองพบว่าลักษณะการสึกหรอของฟันเลื่อยมี 3 รูปแบบ ดังนี้คือ [7, 8, 9, 10]

1. การสึกหรอแบบลักษณะแหว่ง (Notch Wear)
2. การสึกหรอบนผิวหยาบ (Flank Wear)
3. การกะเทาะ (Chipping)

5.3.1 การสึกหรอแบบลักษณะแหว่ง (Notch Wear)

จากการทดลองเลื่อยทุกพารามิเตอร์ที่กำหนดตามตารางการทดลองพบว่า การสึกหรอของฟันเลื่อยในจำนวน 19 ฟันมีค่าการสึกหรอที่ไม่เท่ากันและส่วนใหญ่มีการสึกหรอเป็นแบบลักษณะแหว่ง (Notch Wear) จากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นของการสึกหรอแบบลักษณะแหว่งนี้เป็นการสึกหรอที่เกิดจากส่วนประกอบบางตัวที่แข็งของเนื้อชิ้นงานหรือวัสดุ เมื่อส่วนประกอบเหล่านี้สัมผัสและถูไถไปบนผิวปลายฟันเลื่อย จึงเกิดการขัดสีกันและสึกหรอได้ ซึ่งจะเกิดขึ้นที่ปลายคมตัดของฟันเลื่อยหรือจุดที่เกิดการเสียดสีระหว่างปลายฟันเลื่อยกับโลหะงานที่กำลังทำการตัดเฉือนและทำให้เกิดการสึกหรอเป็นไปอย่างรวดเร็ว

5.3.2 การสึกหรอบนผิวหยาบ (Flank Wear)

จากการทดลองเลื่อยทุกพารามิเตอร์ที่กำหนดตามตารางการทดลอง การสึกหรอของฟันเลื่อยในจำนวน 19 ฟัน พบว่ามีฟันเลื่อยบางฟันที่มีการสึกหรอที่บนผิวหยาบ (Flank wear) และการสึกหรอที่บนผิวหยาบนี้อาจจะเกิดขึ้นได้กับการเลื่อยในทุกพารามิเตอร์แต่จะมีการสึกเพียงแค่ 1-2 ฟันเท่านั้นจากจำนวนฟันทั้งหมด 19 ฟัน ซึ่งลักษณะการสึกหรอบนผิวหยาบ จะเกิดขึ้นเป็นแนวยาวด้านข้างของคมตัด การสึกหรอชนิดนี้เกิดจากการขัดสีกันระหว่างด้านข้างของฟันเลื่อยที่กำลังทำการตัดเฉือน เมื่อการสึกหรอบนผิวหยาบ (Flank wear) เกิดขึ้นมากก็จะมีค่าการขัดสีเพิ่มขึ้น ทำให้ต้องการกำลังสำหรับการตัดเฉือนมากขึ้นตามไปด้วย

5.3.3 การสึกหรอแบบกะเทาะ (Chipping)

จากการทดลองเลื่อย พบว่ามีฟันเลื่อยบางฟันที่มีการสึกหรอแบบกะเทาะ (Chipping) ซึ่งจากการสึกหรอของฟันเลื่อยแบบกะเทาะนี้จะเกิดขึ้นกับการทดลองเลื่อยในช่วงความเร็วช่วงชักที่ 77 ครั้งต่อนาที และ 94 ครั้งต่อนาที ที่ระดับอัตราป้อน 0.2 มิลลิเมตรต่อครั้ง 0.4 มิลลิเมตรต่อครั้งในช่วงเวลาที่ 5 , 10 , 15, นาที ตามลำดับ จากปรากฏการณ์ดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่า ในระดับความเร็วช่วงชักที่ 77 ครั้งต่อนาที และ 94 ครั้งต่อนาที อัตราป้อน 0.2 มิลลิเมตรต่อครั้ง เป็นจังหวะที่มีระดับความเร็วช่วงชักที่ช้าเมื่ออัตราป้อนของฟันเลื่อยมาสัมผัสกับชิ้นงานทำให้ฟันเลื่อยกระทบกับชิ้นงานอย่างรุนแรงเป็นผลทำ

ให้ฟันเลื่อยเกิดการกะเทาะแตกของฟันเลื่อยซึ่งจะเกิดขึ้นกับช่วงฟันเลื่อยที่ 3 ส่วนการสึกหรอในระดับอัตราป้อนที่ 0.4 มิลลิเมตรต่อครั้ง เกิดการกะเทาะเนื่องจากการเสียดสีของฟันเลื่อยที่ทำการตัดชิ้นงานอย่างหนักและรุนแรงส่งผลให้เกิดการเชื่อมติดกันของเฟสของแข็งแบบเฉพาะที่และส่งผลทำให้เกิดการหลุดหล่อนของชิ้นส่วนโลหะกระบวนการนี้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเสียหายบนผิวหน้าวัสดุได้วัสดุหนึ่งหรือทั้งสองวัสดุ [18]

5.4 สรุปผลการวิเคราะห์การทดสอบแจกแจงแบบปกติ

จากผลการทดลองการเลื่อยตามพารามิเตอร์ต่างๆ ซึ่งได้ผลการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ไม่เท่ากันผู้วิจัยจึงนำผลที่ได้จากการวัดการสึกหรอตามพารามิเตอร์ต่างๆ มาทำการวิเคราะห์ผลการการทดสอบแจกแจงแบบปกติตามตารางกราฟที่ 4.2.1 ปรากฏว่าได้ค่า P-value เท่ากับ 0.862 ซึ่งมีค่ามากกว่า .05 ซึ่งมีผลการทดลองเป็นปกติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

5.5 ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของอัตราป้อนที่ส่งผลต่อการสึกหรอของใบเลื่อย

จากตารางที่ 4.5 พบว่า อัตราป้อน 0.2 คู่กับ 0.3 มิลลิเมตร/ครั้ง และ 0.2 คู่กับ 0.4 มิลลิเมตร/ครั้ง มีความแตกต่างต่อการสึกหรอของใบเลื่อยกล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

5.6 อภิปรายผลการทดลอง

5.6.1 การสึกหรอคมตัดของใบเลื่อยกล

ผลการทดลองพบว่า การสึกหรอของคมตัดจะส่งผลโดยตรงต่อการคายของเศษโลหะซึ่งเมื่อคมตัดของใบเลื่อยกล เกิดการสึกหรอมากเนื่องจากอัตราป้อนมากขึ้น จะพบว่าการคายของเศษโลหะที่เกิดจากการเลื่อยเริ่มมีขนาดเล็กลง ซึ่งแตกต่างจากช่วงแรกที่คมตัดของใบเลื่อยที่ยังไม่เกิดการสึกหรอหรือ เกิดการสึกหรอในปริมาณที่น้อยมาก พบว่าการคายของเศษโลหะจะมีขนาดเป็นเม็ดใหญ่และกระเด็นออกจากคลองเลื่อยดีกว่าในช่วงที่คมตัดเกิดการสึกหรอในปริมาณที่มาก นอกจากนี้จากงานวิจัยที่ผ่านมายังพบว่า

1. การสึกหรอของใบเลื่อยเป็นการสึกหรอที่ปลายฟันเลื่อย (Nose wear) การสึกหรอที่ปลายฟันเลื่อย (Nose wear) เป็นการสึกหรอที่ปลายหรือจุดที่เกิดการเสียดสีระหว่างปลายฟันเลื่อยกับโลหะที่กำลังทำการตัดเฉือน การสึกหรอที่ปลายฟันเลื่อย (Nose wear) จะส่งผลกับคุณภาพของ

ผิวชิ้นงานจากการตัดชิ้นงานปลายฟันเลื่อย (Nose wear) มีการสึกหรอมากขึ้น พบว่าผิวของชิ้นงานที่ผ่านการตัดจะมีความหยาบมากขึ้น

2. การคายเศษโลหะที่ได้จากการตัดเฉือน เมื่อมีขนาดอัตราป้อนมากขึ้นจะมีลักษณะไม่เป็นเม็ดจะมีลักษณะเป็นผงเนื่องจากอัตราป้อนมากเกินกว่าที่จะคายเศษโลหะทำให้เศษโลหะบางส่วนหลอมติดกับร่องของฟันเลื่อย จึงส่งผลให้เกิดอุณหภูมิสูงในขณะที่ทำการตัดเฉือนอันเป็นผลให้การการสึกหรอ และฟันเลื่อยบิ่นหรือกะเทาะแตกไปด้วย

3. อัตราการป้อน ผลการทดลองการตัดโลหะด้วยเลื่อยกลพารามิเตอร์ต่างกัน พบว่าการเพิ่มขึ้นและลดลงของอัตราการป้อน มีผลโดยตรงต่อการสึกหรอของใบเลื่อยกล และลักษณะการสึกหรอของใบเลื่อยกลด้วยซึ่งถ้าอัตราการป้อน ลดลงจะส่งผลให้การสึกหรอของใบเลื่อยมีขนาดน้อยลง และลักษณะการสึกหรอส่วนใหญ่จะเป็นการสึกหรอที่ปลายฟันเลื่อยหรือการสึกหรอแบบแห้ว (Nose wear) ในทางตรงกันข้ามถ้าอัตราการป้อนที่เพิ่มขึ้น ก็จะส่งผลให้การสึกหรอของใบเลื่อยมีเพิ่มมากขึ้น เช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่ม ของอัตราการป้อนยังส่งผลต่อลักษณะการสึกหรอของฟันเลื่อยคือเมื่อขนาดอัตราป้อนมีขนาดเพิ่มมากขึ้นเป็นผลทำให้คมตัดของฟันเลื่อยเกิดการเสียดสีกับชิ้นงานอย่างรุนแรงจนเป็นผลทำให้เกิดการกะเทาะแตกที่ผิวหน้ามุมคายของฟันเลื่อย

5.7 ประโยชน์ของการวิจัย

1. จากการทดลองทำให้ทราบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการสึกหรอคือขนาดแรงกดของโครงเลื่อย (อัตราการป้อน) ซึ่งมีผลต่อการสึกหรอของฟันเลื่อยโดยตรง ดังนั้นในการตัดเฉือนชิ้นงานควรปรับขนาดแรงกดของโครงเลื่อย (อัตราการป้อน) ในระดับที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังช่วยให้ใบเลื่อยมีอายุการใช้งานที่นานมากยิ่งขึ้น

2. เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่ช่วยในการทำวิจัยเกี่ยวกับการปัจจัยที่ส่งผลต่ออายุการใช้งานของใบเลื่อยกลชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูงชนิดต่าง ๆ เพื่อที่ ทำให้ทราบถึงขีดความสามารถสูงสุดของใบเลื่อยกล

5.8 ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ผ่านมาทั้งหมด สามารถพอที่จะสรุปและเสนอแนะเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อความคุ้มค่าและแนวทางที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้งานของใบเลื่อยกลชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel) แต่ละชนิดดังนี้

1. ทำการทดลองกับวัสดุต่างชนิดแล้วนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบกันเพื่อให้ทราบถึงขีดความสามารถสูงสุดของการเลื่อยกับวัสดุแต่ละชนิด

2. ควรศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับอายุการใช้งานของคมตัดฟันเลื่อยกลเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการทำการวิจัยศึกษาเกี่ยวกับอายุการใช้งานของใบเลื่อยกลกับการเลื่อยวัสดุงานแต่ละชนิดเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการตัดสินใจในการเลือกใช้วิธีการตัดโลหะให้ถูกต้องเป็นมาตรฐานเดียวกันและคุ้มค่ามากที่สุด