

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ฉ
รายการรูปประกอบ	ฎ

บทที่

1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	2
1.4 สมมุติฐานการวิจัย	3
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย	3
1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะ	4
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ไบเลื่อย	5
2.2 ลักษณะของคลองเลื่อย	6
2.3 ลักษณะคลองเลื่อย	8
2.4 ความเร็วในการเคลื่อนที่ไบเลื่อยกล	8
2.5 คุณสมบัติของไบเลื่อย	9
2.6 การเลือกใช้ไบเลื่อย	11
2.7 ลักษณะการสึกของไบเลื่อย	12
2.8 องค์ประกอบการเลื่อย	13
2.9 ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นกับไบเลื่อยกลที่ทำการตัดเนื้อโลหะ	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.10 การสึกหรอของเครื่องมือตัด	15
2.11 ชนิดการสึกหรอของคมตัด	16
2.12 ลักษณะการสึกหรอของใบเลื่อย	17
2.13 ปัจจัยที่มีผลต่องานเลื่อย	18
2.14 ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการใช้งานของเครื่องมือตัด	19
2.15 เครื่องเลื่อยกล	20
2.16 เครื่องเลื่อยชัก	21
2.17 ส่วนประกอบของเครื่องเลื่อยชัก	21
2.18 กลไกการทำงานของเครื่องเลื่อยชัก	22
2.19 การบำรุงรักษาเครื่องเลื่อย	22
2.20 โลหะที่ใช้ในการตัดเนื้อ	23
2.21 ประแจปอนด์	24
2.22 การกำหนดอายุการใช้งานของเครื่องมือตัด	25
2.23 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
3. วิธีการดำเนินการวิจัย	30
3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	30
3.2 วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	31
3.3 ตัวแปรที่ใช้สำหรับการทดลอง	39
3.4 ออกแบบการทดลอง	42
3.5 วิธีการทดลอง	43
3.6 การหาผลลัพธ์ของการทดลอง	49
3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล	49
3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล	50
3.9 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	50

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล	52
4.1 ผลการทดลอง	52
4.2 ลักษณะการสึกหรอของฟันเลื่อย	70
4.3 การวิเคราะห์ผลการทดสอบทางสถิติ	75
4.4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสึกหรอของใบเลื่อยกลชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel)	76
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	79
5.1 สรุปผลการทดลอง	81
5.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสึกหรอ	82
5.3 ลักษณะการสึกหรอของฟันเลื่อย	82
5.4 สรุปวิเคราะห์การทดสอบแบบแจกแจงแบบปกติ	78
5.5 ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของอัตราป้อนที่ส่งผลต่อการสึกหรอของใบเลื่อย	83
5.6 อภิปรายผลการทดลอง	83
5.7 ประโยชน์ของการวิจัย	84
5.8 ข้อเสนอแนะ	84
เอกสารอ้างอิง	86
ภาคผนวก	
ก. กราฟการสึกหรอเฉลี่ยของใบเลื่อยกลชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel) จากการทดลองเลื่อยที่ Speed 77, 94, 112 S.P.M , Feed 0.2, 0.3, 0.4 ในช่วงเวลา 5, 10,15 นาที	89
ข. การวิเคราะห์ทางสถิติแจกแจงแบบปกติ NORMAL และ การวิเคราะห์ทางสถิติหาค่าความสัมพันธ์ ด้วยสถิติ ANOVA	104
ค. ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของอัตราป้อนที่ส่งผลต่อการสึกหรอของใบเลื่อยด้วย LSD	107

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ง. รูปภาพประกอบขั้นตอนการทำงาน	109
จ. แสดงวิธีการวัดค่าการสึกหรอของพื้นเลื่อยกลด้วยโปรแกรมวัด	114
ประวัติผู้วิจัย	117

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 แสดงมุมพินเลื่อย	8
2.2 ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นกับใบเลื่อยกล	14
2.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแรงและอุณหภูมิการตัดเนื้อ	19
2.4 ตารางเทียบเกรดเหล็กตามมาตรฐาน	24
2.5 แสดงส่วนผสมทางเคมี	22
3.1 แสดงส่วนผสมของเลื่อยกลไฮสปีด (HSS)	31
3.2 แสดงข้อมูลรายละเอียดเครื่องเลื่อย	33
3.3 การกำหนดเวลาในการทดลองตามที่อัตราการกินลึก	37
3.4 กำหนดเวลาในการทดลองตามที่อัตราการกินลึก (อัตราป้อน) 0.30 (ครั้ง/มม.) ที่ความเร็วช่วงชัก 77,94,112 ครั้ง/นาที	37
3.5 กำหนดเวลาในการทดลองตามที่อัตราการกินลึก (อัตราป้อน) 0.40 (ครั้ง/มม.) ที่ความเร็วช่วงชัก 77,94,112 ครั้ง/นาที	37
3.6 แสดงส่วนผสมธาตุทางเคมีในเหล็กกล้า AISI 1045	39
3.7 การออกแบบการทดลองการเลื่อยชิ้นงาน	42
3.8 ลำดับการทดลองอยู่ในลักษณะการสุ่มอย่างง่าย	43
4.1 ตารางการวัดระยะการสึกหรอของพินเลื่อย Speed 77 Feed 0.2	54
4.2 ตารางการวัดระยะการสึกหรอของพินเลื่อย Speed 77 Feed 0.3	55
4.3 ตารางการวัดระยะการสึกหรอของพินเลื่อย Speed 77 Feed 0.4	56
4.4 ตารางการวัดระยะการสึกหรอของพินเลื่อย Speed 94 , Feed 0. 2	58
4.5 ตารางการวัดระยะการสึกหรอของพินเลื่อย Speed 94, Feed 0. 3	59
4.6 ตารางการวัดระยะการสึกหรอของพินเลื่อย Speed 94, Feed 0. 4	60
4.7 ตารางการวัดระยะการสึกหรอของพินเลื่อย Speed 112 , Feed 0. 2	62
4.8 ตารางการวัดระยะการสึกหรอของพินเลื่อย Speed 112 Feed 0.3	60
4.9 ตารางการวัดระยะการสึกหรอของพินเลื่อย Speed 112 Feed 0.4	69
4.10 แสดงการสึกหรอของพินเลื่อย	71
4.11 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าตัวแปรที่ ส่งผลต่อการสึกหรอของใบเลื่อยกลชนิดเหล็กกล้าความเร็วสูง	76

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.12 ความแตกต่างของอัตราป้อนที่มีอิทธิพลต่อการสึกหรอของใบเลื่อยกลโดยวิธี LSD	77
4.13 สรุปความสัมพันธ์ของอัตราป้อนที่ระดับต่างๆ ที่ส่งผลต่อการสึกหรอของใบเลื่อย	77
5.1 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ Speed 77 S.P.M	79
5.2 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ Speed 94 S.P.M	80
5.3 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ Speed 112 S.P.M	81
ค.1 ตารางความแตกต่างของอัตราป้อนที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงานกลึง โดยวิธี LSD	108
ค.2 ตารางสรุปความสัมพันธ์ของอัตราป้อนที่ระดับต่างๆ ต่อความเรียบของผิวงานกลึง	108

รายการรูปประกอบ

รูป	หน้า
2.1 ลักษณะของการเลี้ยว	5
2.2 ลักษณะของของคลองเลี้ยวพื้นสลับ	6
2.3 ลักษณะคลองเลี้ยวแบบพื้นคลื่น	6
2.4 ลักษณะคลองเลี้ยวแบบพื้นตอก	7
2.5 แสดงลักษณะมุมใบเลื่อยกล	8
2.6 แสดงคุณลักษณะของใบเลื่อย	9
2.7 แสดงร่องเก็บเศษโต	9
2.8 แสดงร่องเก็บเศษเล็ก	9
2.9 แสดงลักษณะของร่องพื้นเก็บเศษเล็ก	10
2.10 แสดงลักษณะของร่องพื้นเก็บเศษโต	10
2.11 แสดงลักษณะขนาดมุมลิ้มโต	10
2.12 การเลี้ยววัสดุอ่อนใช้พื้นหยาบ	11
2.13 การเลี้ยววัสดุแข็งใช้พื้นละเอียด	12
2.14 แสดงลักษณะการสึกของพื้นเลื่อยจากการทดลอง	12
2.15 แสดงลักษณะการสึกหรอของพื้นเลื่อย	18
2.16 แสดงลักษณะของเครื่องเลื่อยชัก	21
2.17 ปะแจปอนด์ที่ใช้ในการทดลอง	25
3.1 ใบเลื่อยกลที่ใช้ทดลอง	32
3.2 แสดงลักษณะพื้นเลื่อยที่ทดลอง	32
3.3 เครื่องเลื่อยชักแบบไฮดรอลิกส์	33
3.4 ปรับอัตราป้อนตำแหน่งที่ 1	34
3.5 ปรับอัตราป้อนตำแหน่งที่ 2	34
3.6 ปรับอัตราป้อนตำแหน่งที่ 3	34
3.7 การทดลองเลื่อยเพื่อวัดระยะการกินลึกจากการปรับอัตราป้อนจากสเกลเครื่องเลื่อย	35
3.8 แสดงการหาวิธีการวัดเลื่อย	38

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
3.9 แสดงการหาวิธีการวัดเลื่อยที่สัมผัสกับชิ้นงานจำนวน 19 พิน	38
3.10 แสดงเหล็กกล้าตามมาตรฐาน AISI 1045	39
3.11 แสดงรูปประแจปอนด์	40
3.12 แสดงรูปกล้องจุลทรรศน์	40
3.13 แสดงรูปนาฬิกาจับเวลาที่ใช้จับเวลา	41
3.14 แสดงการจับยึดงาน	44
3.15 แสดงลำดับการทดลองของใบเลื่อย	44
3.16 แสดงการประกอบใบเลื่อยเข้ากับเครื่องเลื่อย	45
3.17 แสดงการประกอบใบเลื่อยเข้ากับเครื่องเลื่อยและทดลองเลื่อย	45
3.18 แสดงค่าการขึ้นตริ่งใบเลื่อยด้วยประแจปอนด์	46
3.19 แสดงการจับเวลาการเลื่อย	46
3.20 แสดงการเก็บเศษไม้เลื่อยและชิ้นงานที่ผ่านการทดลองเลื่อย	47
3.21 การส่องจุลทรรศน์เพื่อบันทึกภาพของพื้นเลื่อย	47
3.22 การบันทึกภาพพื้นเลื่อย	48
3.23 แสดงวิธีการวัดพื้นเลื่อยที่ผ่านการทดลองเลื่อยตามช่วงเวลา	49
4.1 การทดลองในเลื่อยที่ความเร็วช่วงชัก 77 ครั้งต่อนาที อัตราป้อน 0.2 มิลลิเมตรต่อครั้ง	53
4.2 การเก็บเศษตัวอย่างชิ้นงานจากการเลื่อย	53
4.3 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของใบเลื่อยกลที่ความเร็วช่วงชัก 77	57
4.4 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของใบเลื่อยกลที่ความเร็วช่วงชัก 94	61
4.5 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของใบเลื่อยกลที่ความเร็วช่วงชัก 112	65
4.6 แผนภูมิเส้นแสดงแนวโน้มการสึกหรอของใบเลื่อยกลที่ความเร็วช่วงชัก 77 ครั้งต่อนาที ในเวลา 15 นาที	66
4.7 แผนภูมิเส้นแสดงแนวโน้มการสึกหรอของใบเลื่อยกลที่ความเร็วช่วงชัก 94 ครั้งต่อนาที ในเวลา 15 นาที	66
4.8 แผนภูมิเส้นแสดงแนวโน้มการสึกหรอของใบเลื่อยกลที่ความเร็วช่วงชัก 112 ครั้งต่อนาที ในเวลา 15 นาที	67

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.9 กราฟเปรียบเทียบการสึกหรอเฉลี่ยของฟันเลื่อยที่ Feed 0.4 มิลลิเมตรต่อครั้งที่ Speed 77, 94, 112 S.P.M ช่วงเวลา 15 นาที	66
4.10 แสดงลักษณะการสึกหรอของฟันเลื่อยแบบแหว่ง(Notch Wear)	68
4.11 แสดงลักษณะการสึกหรอของฟันเลื่อยบนผิวหลบ	69
4.12 แสดงการสึกหรอแบบกะเทาะ	74
4.13 กราฟวิเคราะห์การทดสอบแบบแจกแจงแบบปกติ	75
ก.1 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ความเร็วช่วงชัก 77 ครั้งต่อนาที แรงกดของเลื่อย 0.2 มิลลิเมตรต่อครั้ง ในช่วงเวลา 5 นาที	90
ก.2 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ความเร็วช่วงชัก 77 ครั้งต่อนาที แรงกดของเลื่อย 0.2 มิลลิเมตรต่อครั้ง ในช่วงเวลา 10 นาที	90
ก.3 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ความเร็วช่วงชัก 77 ครั้งต่อนาที แรงกดของเลื่อย 0.2 มิลลิเมตรต่อครั้ง ในช่วงเวลา 15 นาที	91
ก.4 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ความเร็วช่วงชัก 77 ครั้งต่อนาที แรงกดของเลื่อย 0.3 มิลลิเมตรต่อครั้ง ในช่วงเวลา 5 นาที	91
ก.5 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ความเร็วช่วงชัก 77 ครั้งต่อนาที แรงกดของเลื่อย 0.3 มิลลิเมตรต่อครั้ง ในช่วงเวลา 10 นาที	93
ก.6 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ความเร็วช่วงชัก 77 ครั้งต่อนาที แรงกดของเลื่อย 0.3 มิลลิเมตรต่อครั้ง ในช่วงเวลา 15 นาที	93
ก.7 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ความเร็วช่วงชัก 77 ครั้งต่อนาที แรงกดของเลื่อย 0.4 มิลลิเมตรต่อครั้ง ในช่วงเวลา 5 นาที	94
ก.8 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ความเร็วช่วงชัก 77 ครั้งต่อนาที แรงกดของเลื่อย 0.4 มิลลิเมตรต่อครั้ง ในช่วงเวลา 10 นาที	94
ก.9 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ความเร็วช่วงชัก 77 ครั้งต่อนาที แรงกดของเลื่อย 0.4 มิลลิเมตรต่อครั้ง ในช่วงเวลา 15 นาที	95
ก.10 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ความเร็วช่วงชัก 94 ครั้งต่อนาที แรงกดของเลื่อย 0.2 มิลลิเมตรต่อครั้ง ในช่วงเวลา 5 นาที	95

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
ก.24 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ความเร็วช่วงชัก 112 ครั้งต่อนาที แรงกดของโครงเลื่อย 0.3 มิลลิเมตรต่อครั้ง ในช่วงเวลา 15 นาที	102
ก.25 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ความเร็วช่วงชัก 112 ครั้งต่อนาที แรงกดของโครงเลื่อย 0.3 มิลลิเมตรต่อครั้ง ในช่วงเวลา 15 นาที	103
ก.26 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ความเร็วช่วงชัก 112 ครั้งต่อนาที แรงกดของโครงเลื่อย 0.4 มิลลิเมตรต่อครั้ง ในช่วงเวลา 10 นาที	103
ก.27 แผนภูมิเส้นแสดงการสึกหรอของฟันเลื่อยที่ความเร็วช่วงชัก 112 ครั้งต่อนาที แรงกดของโครงเลื่อย 0.4 มิลลิเมตรต่อครั้ง ในช่วงเวลา 15 นาที	104
ข.1 กราฟวิเคราะห์การทดสอบแบบแจกแจงแบบปกติ	105
ง.1 แสดงการเตรียมการทดลอง	110
ง.2 แสดงการทดลองเลื่อยตามพารามิเตอร์ในช่วงเวลาที่กำหนด	111
ง.3 แสดงการเลื่อยพร้อมเก็บเศษชิ้นงานตัวอย่าง	112
ง.4 แสดงการใช้กล้องจุลทรรศน์ถ่ายภาพการสึกหรอของฟันเลื่อย	113
จ.1 แสดงวิธีการวัดค่าการสึกหรอของฟันเลื่อยด้วยโปรแกรมวัด	115
จ.2 แสดงวิธีการวัดค่าการสึกหรอของฟันเลื่อยด้วยโปรแกรมวัด	116