

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
<b>1 บทนำ</b>	<b>1</b>
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	2
ขอบเขตของงานวิจัย	2
ระยะเวลาการดำเนินงาน	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
<b>2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>4</b>
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกลไกในการตัด (Blanking Mechanism)	4
ความหมายและกลไกของการตัด	5
ขอบชิ้นงานที่ได้จากการตัด (Cutting Edge)	7
ระยะกดลึก (Penetration)	9
การเลือกขนาดกำลังของเครื่องเพลส	11
แรงตัดเฉือน (Cutting Force)	11
การคำนวณแรงตัดเฉือน (Cutting Force)	12
ผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากตัวแปรที่เกี่ยวกับช่องว่างระหว่างพUNCHและคาย (Clearance)	13
การเลือกขนาดของช่องว่างระหว่างพUNCHและคาย	16
อิทธิพลของช่องว่างคมตัดที่มีต่อชิ้นงาน	17

บทที่	หน้า
การคำนวณแรงที่ใช้ตัดโลหะแผ่น	20
แรงที่ใช้ตัดโดยใช้ผิวหน้าคมตัดแบบตัดเฉือน	21
แรงปลดแผ่นชิ้นงานให้หลุดออก (Stripping force)	22
การชุบแข็ง (Hardening)	23
ทฤษฎีเกี่ยวกับสารหล่อลื่น	26
ชนิดสารหล่อลื่น	26
สมบัติของสารหล่อลื่น	27
ความหนืด (Viscosity)	27
ความต้านทานการรวมตัวกับออกซิเจน	29
จุดวาบไฟ	29
จุดไหลเท	29
ดัชนีความหนืด	29
สี	30
สภาพความเป็นกรดด่าง	30
สารเพิ่มคุณภาพ (Additives)	30
สารรับแรงกด(Extreme Pressure Additives (EP))	32
ขอบเขตการหล่อลื่น	34
ทฤษฎีเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของสารหล่อลื่น	36
การวัดค่าความเสียดทาน	36
<b>3 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง</b>	<b>39</b>
วัสดุที่ใช้ในการทดลอง	39
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทดลอง	39
แม่พิมพ์ตัด	39
ชุดฟันซ์และคายที่มีค่าช่องว่างคมตัด 8%	40
อุปกรณ์และชิ้นส่วนมาตรฐานในการออกแบบแม่พิมพ์ตัด	41
ชุดคายเซ็ท (Die set )	41
แผ่นปลดชิ้นงาน (Stripper Plate)	42
ชุดสปริงปลดชิ้นงาน (Spring)	43

บทที่	หน้า
แผ่นยึดพันธ์ (Punch Plate)	43
แผ่นยึดตาย (Die Block)	44
สกรูหัวฝัง (Socket Cap Screws)	44
สลัก (Dowel Pins)	45
Punch shank	46
เครื่องปั๊ม โลหะแบบเพลาค้อเหวี่ยง	46
อุปกรณ์สำหรับเก็บผลการทดลอง	47
กล้องที่ใช้ถ่ายชิ้นงาน	47
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวัดระยะ	48
สารหล่อลื่นที่ใช้ในการทดลอง	48
สารหล่อลื่น	48
การจัดสร้างแม่พิมพ์และเตรียมชิ้นงานทดลอง	50
ขั้นตอนการจัดสร้างแม่พิมพ์	50
การเตรียมชิ้นงานสำหรับทดลอง	52
วิธีดำเนินการทดลอง	52
วิธีการดำเนินการทดลองตัดชิ้นงาน	52
วิธีการดำเนินการทดสอบเพื่อวัดค่าเก็บข้อมูลชิ้นงาน	52
การวิเคราะห์ข้อมูล	53
<b>4 ผลการทดลอง</b>	<b>54</b>
ลักษณะขอบตัดชิ้นงานที่ได้จากการใช้สารหล่อลื่นแต่ละชนิด	54
ค่าความหนืดของสารหล่อลื่น	54
ลักษณะขอบตัดชิ้นงานกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น	54
ลักษณะขอบตัดชิ้นงานกรณีใช้สารหล่อลื่นชนิด น้ำมันมะพร้าว	56
ลักษณะขอบตัดชิ้นงานกรณีใช้สารหล่อลื่นชนิด Rust Proof Oil	57
ลักษณะขอบตัดชิ้นงานกรณีใช้สารหล่อลื่นชนิด Renoform mzn	58
เปรียบเทียบลักษณะส่วนต่างๆ ขอบตัดชิ้นงาน	59
การเกิดส่วนโค้งมน (Die Roll) ของขอบตัดชิ้นงาน	60
การเกิดส่วนเรียบตรง (Shear Surface) ของขอบตัดชิ้นงาน	60

บทที่	หน้า
การเกิดส่วนแตกหัก (Fracture Surface) ของขอบตัดชิ้นงาน	61
การเกิดครีป (Burr Height) ที่ชิ้นงาน	62
การ โกงตัว(Bending) ของชิ้นงาน	63
<b>5 สรุปผลการทดลอง</b>	<b>65</b>
สรุปผลการ	65
ข้อเสนอแนะ	66
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>67</b>
<b>ภาคผนวก</b>	
ภาคผนวก ก. รายการวัสดุ	69
ภาคผนวก ข. ผลการทดลอง	70
<b>ประวัติผู้วิจัย</b>	<b>72</b>

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงระยะกคลีของวัสดุต่างๆ	10
2 แสดงเกรดมาตรฐานของเหล็กชนิดต่างๆ [4]	24
3 แสดงเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมต่างๆ	24
4 แสดงค่าความแข็ง	25
5 แสดงการอบชุบ	25
6 แสดงคุณสมบัติของเหล็ก	25
7 แสดงระบบหน่วยและอุณหภูมิที่วัดความหนืดของน้ำมัน [5]	28
8 แสดงทฤษฎีเกี่ยวกับสารหล่อลื่น [5]	31
9 แสดงส่วนสำคัญของเครื่องปั๊มแบบเพลลาข้อเหวี่ยง	47
10 แสดงคุณสมบัติของสารหล่อลื่น Ranofom mza No. 50 SN	49
11 แสดงคุณสมบัติของสารหล่อลื่น Rust proof oil No. 33 SN	49
12 แสดงคุณสมบัติของสารหล่อลื่น น้ำมันมะพร้าว No. 10 SN	50

## สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1 การตัดชิ้นงานด้วยพันธ์และคาย	4
2 ลำดับขั้นตอนของการตัด โลหะ	5
3 แสดงส่วนประกอบของแม่พิมพ์ตัด	5
4 แสดงขั้นตอนการตัด	6
5 แสดงงานที่ได้จากการตัดโดยทั่วไป	7
6 แสดงกลไกการเกิดส่วนโค้งมน	7
7 แสดงกลไกการเกิดครีบ	9
8 แสดงรูปร่างหน้าตัดเฉือน	9
9 แสดงระยะกินลึก	11
10 แสดงทิศทางการเคลื่อนในการตัด โลหะ	11
11 แสดงแรงย่อยในการตัดเฉือน	12
12 แสดงพันธ์และคายในงานแม่พิมพ์ตัด	13
13 แสดงทิศทางการแรงเฉือน	14
14 แสดงรอยตัดเฉือนที่สอง	15
15 แสดงลักษณะของรอยตัดเฉือนแบบต่างๆ	15
16 แสดงลักษณะชิ้นงานจากการใช้ระยะช่องว่างคมตัดที่เหมาะสม	17
17 แสดงลักษณะชิ้นงานจากการใช้ช่องว่างคมตัดที่มากเกินไป	18
18 แสดงลักษณะชิ้นงานจากการใช้ระยะช่องว่างที่น้อยเกินไป	18
19 แสดงลักษณะชิ้นงานที่เกิดจากตำแหน่งของพันธ์และคายที่เอียงศูนย์กลาง	19
20 แสดงการเปรียบเทียบค่าความสูงครีบ	20
21 แสดง แบบต่างๆ ของการตัดเฉือนบนคมตัด	22
22 แสดงโครงสร้างของชั้นฟิล์มป้องกันจากสารปรุแต่ง	33
23 แสดงช่วงอุณหภูมิของการทำงานของสารรับแรงกด	33
24 แสดงสภาวะไร้สารหล่อลื่น	34
25 แสดงการหล่อลื่นแบบสมบูรณ์	34
26 แสดงการหล่อลื่นแบบกึ่งสมบูรณ์	35
27 แสดงการหล่อลื่นแบบบาวนด์คาร์	35

ภาพที่	หน้า
28 แสดงการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน [5]	36
29 แสดงการวัดค่าความเสียดทาน โดยดิ่งวัตถุผ่านรอก	37
30 แสดงหลักการทำงานของ Ball-on-disk [5]	37
31 แสดงอิทธิพลความหนืดของสารหล่อลื่นที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	38
32 แสดงแม่พิมพ์ตัดที่ได้จากการออกแบบ	40
33 แสดงชุดพินซ์และคายที่มีช่องว่างคมตัด8%	41
34 แสดงลักษณะของชุดคายเซ็ท	42
35 แสดงลักษณะของแผ่นปลดชิ้นงาน	42
36 แสดงสปริงที่ใช้ในการทดลอง	43
37 แสดงลักษณะแผ่นยึดพินซ์ (Punch Plate)	43
38 แสดงลักษณะของแผ่นยึดคาย (Die Block)	44
39 แสดงสกรูที่ใช้ยึด Die Block และ Punch Plate เข้ากับชุด Die Set	44
40 แสดงสกรูหัวฝัง(Socket Cap Screws)ที่ใช้ยึดแผ่นปลดชิ้นงาน (Stripper Plate)	45
41 แสดงสลัก (Dowel Pins)	45
42 แสดง Punch Shank	46
43 แสดงเครื่องปั๊มชิ้นงานแบบเพลาค้อเหวี่ยง	46
44 แสดงภาพกล้องถ่ายรูป	47
45 แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการถ่ายทอดขนาด	48
46 แสดงขั้นตอนการจัดสร้างชุดแม่พิมพ์	51
47 ตำแหน่งการวัดความสูงส่วนต่างๆ ของขอบตัดชิ้นงาน	53
48 แสดงการเปรียบเทียบค่าความหนืดของสารหล่อลื่น	55
49 แสดงภาพขอบตัดชิ้นงานกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น	55
50 แสดงค่าความสูงส่วนต่างๆ ของขอบตัดชิ้นงานกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น	56
51 แสดงภาพขอบตัดชิ้นงานกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่นน้ำมันมะพร้าว	56
52 แสดงค่าความสูงส่วนต่างๆ ของขอบตัดชิ้นงานกรณีใช้สารหล่อลื่น ชนิดน้ำมันมะพร้าว	57
53 แสดงภาพขอบตัดชิ้นงานกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น Rust Proof Oil No.33 SN	57
54 แสดงค่าความสูงส่วนต่างๆ ของขอบตัดชิ้นงานกรณีใช้สารหล่อลื่น ชนิด Rust Proof Oil	58

ภาพที่	หน้า
55 แสดงภาพขอบตัดชิ้นงานกรณีไม่ใช่สารหล่อลื่น Renoform mzn No.50 SN	58
56 แสดงค่าความสูงส่วนต่างๆ ของขอบตัดชิ้นงานกรณีใช้สารหล่อลื่น ชนิด Renoform mzn	59
57 แสดงผลการวัดระยะส่วนโค้งมนของขอบตัดชิ้นงาน	60
58 แสดงผลการวัดระยะส่วนเรียบตรงของขอบตัดชิ้นงาน	61
59 แสดงผลการวัดระยะส่วนการแตกหักของขอบตัดชิ้นงาน	62
60 แสดงผลการวัดระยะการเกิดครีปของชิ้นงาน	62
61 แสดงผลการวัดระยะการโก่งตัวของชิ้นงาน	63