

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
รายการตาราง	ฅ
รายการรูปประกอบ	ญ
รายการสัญลักษณ์	ฐ
ประมวลศัพท์และคำย่อ	ฑ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.6 นิยามศัพท์	2
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการตัด (Blanking Mechanism)	4
2.2 การเลือกขนาดกำลังของเครื่องปั๊มโลหะ	5
2.3 แรงตัดเฉือน (Cutting Force)	6
2.4 การคำนวณแรงตัดเฉือน (Cutting Force)	7
2.5 ระยะช่องว่างระหว่างคมตัด (Cutting Clearance)	8
2.6 การสึกหรอ (Wear)	13
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย	16
3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัย	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานวิจัย	16
3.3 วัสดุแม่พิมพ์ตัดที่ใช้ในการทดลอง	19
3.4 วัสดุชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง	19
3.5 การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ตัด	19
3.6 การบันทึกข้อมูล	21
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล	22
4. ผลการทดลองและวิเคราะห์	23
4.1 การสึกหรอที่เกิดขึ้นกับแม่พิมพ์ตัด	23
4.2 ตรวจสอบค่าการสึกหรอและความเรียบผิว	27
4.3 การวิเคราะห์คุณภาพของขอบตัดชิ้นงาน	44
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	53
5.1 สรุปผลงานวิจัย	53
5.2 สรุปผลนำไปประยุกต์ใช้	55
5.3 ประโยชน์ที่จะได้จากงานวิจัย	55
5.4 อภิปรายผล	55
เอกสารอ้างอิง	57
ภาคผนวก	
ก. การคำนวณและรายละเอียดวัสดุ	59
ข. รายละเอียดการบันทึกผลการทดลอง	79
ประวัติผู้วิจัย	90

รายการตาราง

ตาราง	หน้า	
4.1	เปรียบเทียบพื้นที่ก่อนและหลังขนาดความโตและน้ำหนัก	23
ก.1	ตารางขนาด Clearance ของโลหะชนิดต่าง ๆ	60
ก.2	รายการยิงสเปคโต สเตนเลส 304	61
ก.3	ส่วนผสมทางเคมี SKD11 (ข้อมูลจากบริษัทผู้นำเข้า)	61
ก.4	ค่าความแข็งของวัสดุทำพื้นที่	61
ก.5	ค่าความแข็งของวัสดุทำตาย	61
ข.1	ขนาด Punch (mm.)	63
ข.2	น้ำหนักพื้นที่ก่อนและหลังการตัดชิ้นงาน	66
ข.3	บันทึกการปั๊ม Punch 3% ขนาด 24.94	67
ข.4	บันทึกการปั๊ม Punch 6% ขนาด 24.88	68
ข.5	บันทึกการปั๊ม Punch 8% ขนาด 24.84	69
ข.6	บันทึกการปั๊ม Punch 10% ขนาด 24.80	70
ข.7	แผนภูมิเปรียบเทียบน้ำหนักระหว่างการตัดชิ้นงาน	71
ข.8	จำนวนครั้งการตัดที่นำมาตรวจสอบ	72

รายการรูปประกอบ

รูป	หน้า	
2.1	การตัดชิ้นงานด้วยฟันซ์และดาบ	4
2.2	ลำดับขั้นตอนการตัดโลหะ	5
2.3	ทิศทางแรงที่กระทำขณะทำการตัด โลหะ	6
2.4	แรงย่อยในการตัดเฉือน	7
2.5	ฟันซ์ดาบในงานแม่พิมพ์ตัด (Blanking Die)	8
2.6	หน้าตัดเฉือน	9
2.7	ทิศทางของรอยฉีกขาด	9
2.8	ลักษณะของชิ้นงานที่มีระยะช่องว่างระหว่างคมตัดที่เหมาะสม	10
2.9	ลักษณะชิ้นงานที่มีช่องว่างระหว่างคมตัดมากเกินไป	11
2.10	ลักษณะชิ้นงานจากการกำหนดช่องว่างระหว่างคมตัดน้อยไป	11
2.11	ลักษณะของชิ้นงานที่เกิดจากการเอียงศูนย์ของฟันซ์และดาบ	12
2.12	ลักษณะรอยตัดเฉือนในลักษณะต่างๆของระยะช่องว่างระหว่างคมตัด	13
2.13	การสึกหรอที่เกิดขึ้นกับฟันซ์และดาบ	14
3.1	ฟันซ์ที่ใช้ในการตัดวัสดุงาน 4 ตัว	16
3.2	แม่พิมพ์ตัดที่ใช้ในการทดลอง	17
3.3	เครื่องบ่มชิ้นงานแบบเพลลาข้อเหวี่ยง	17
3.4	กล้องส่องดูการสึกหรอของผิว	17
3.5	เครื่องชั่งน้ำหนัก	18
3.6	เครื่อง CMM วัดความโตของฟันซ์ก่อนและหลังการตัด	18
3.7	การกำหนดขนาดแม่พิมพ์ตัด	20
4.1	น้ำหนักของฟันซ์ในขณะตัดชิ้นงานตั้งแต่ 0-1,000 ครั้งของ C3%	25
4.2	น้ำหนักของฟันซ์ในขณะตัดชิ้นงานตั้งแต่ 0-1,000 ครั้งของ C6%	26
4.3	น้ำหนักของฟันซ์ในขณะตัดชิ้นงานตั้งแต่ 0-1,000 ครั้งของ C8%	26
4.4	น้ำหนักของฟันซ์ในขณะตัดชิ้นงานตั้งแต่ 0-1,000 ครั้งของ C10%	27
4.5	ฟันซ์ C3% ก่อนทำการตัด	28
4.6	ฟันซ์ C6% ก่อนทำการตัด	28
4.7	ฟันซ์ C8% ก่อนทำการตัด	29

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป		หน้า
4.8	พินซ์ C10% ก่อนทำการตัด	29
4.9	การตัดครั้งที่ 150 ของ C3%	30
4.10	การตัดครั้งที่ 200 ของ C3%	30
4.11	การตัดครั้งที่ 450 ของ C3%	31
4.12	การตัดครั้งที่ 1,000 ของ C3%	31
4.13	การตัดครั้งที่ 150 ของ C6%	32
4.14	การตัดครั้งที่ 450 ของ C6%	32
4.15	การตัดครั้งที่ 1,000 ของ C6%	33
4.16	การตัดครั้งที่ 150 ของ C8%	34
4.17	การตัดครั้งที่ 450 ของ C8%	34
4.18	การตัดครั้งที่ 1,000 ของ C8%	35
4.19	การตัดครั้งที่ 450 ของ C10%	36
4.20	การตัดครั้งที่ 1,000 ของ C10%	36
4.21	ความสูงของกรีบในช่วงพินซ์ครั้งที่ 50 เท่ากับ 20.4 μm .	38
4.22	C3% ที่ตัดครั้งที่ 250	38
4.23	ความสูงของกรีบ 54.5 μm . ที่การตัด 500 ครั้ง ของ C3%	39
4.24	ความสูงของกรีบ 34.2 μm . ของการตัด 800 ครั้ง ของ C3%	39
4.25	ความสูงของกรีบ 83.7 μm . ของการตัดครั้งที่ 1,000 ของ C3%	40
4.26	ขอบตัด C3% ครั้งที่ 500	40
4.27	ขอบตัด C3% ครั้งที่ 1,000	41
4.28	C6% ตัดครั้งที่ 50 ความสูงของกรีบ 40.9 μm .	42
4.29	C6% ตัดครั้งที่ 250 ความสูงของกรีบ 34.1 μm .	42
4.30	C6% ตัดครั้งที่ 500 ความสูงของกรีบ 47.7 μm .	43
4.31	C6% ตัดครั้งที่ 800 ความสูงของกรีบ 54.5 μm .	43
4.32	C6% ตัดครั้งที่ 1,000 ความสูงของกรีบ 54.5 μm .	44
4.33	ขอบตัด C6% ครั้งที่ 500	44

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป		หน้า
4.34	ขอบตัด C6% ครั้งที่ 1,000	45
4.35	C8% ตัดครั้งที่ 50 ความสูงของครีป 47.7 μm .	46
4.36	C8% ตัดครั้งที่ 250 ความสูงของครีป 47.7 μm .	46
4.37	C8% ตัดครั้งที่ 500 ความสูงของครีป 102.2 μm .	47
4.38	C8% ตัดครั้งที่ 800 ความสูงของครีป 170.3 μm .	47
4.39	C8% ตัดครั้งที่ 1,000 ความสูงของครีป 109.0 μm .	48
4.40	ขอบตัด C8% ครั้งที่ 500	48
4.41	ขอบตัด C8% ครั้งที่ 1,000	49
4.42	C10% ตัดครั้งที่ 50 ความสูงของครีป 54.5 μm .	50
4.43	C10% ตัดครั้งที่ 250 ความสูงของครีป 54.5 μm .	50
4.44	C10% ตัดครั้งที่ 500 ความสูงของครีป 40.9 μm .	51
4.45	C10% ตัดครั้งที่ 800 ความสูงของครีป 40.9 μm .	51
4.46	C10% ตัดครั้งที่ 1,000 ความสูงของครีป 47.7 μm .	52
4.47	ขอบตัด C10% ครั้งที่ 500	52
4.48	ขอบตัด C10% ครั้งที่ 1,000	53
ข.1		
ข.2		

รายการสัญลักษณ์

K_s	=	ความต้านทานแรงเฉือนของวัตถุ นิวตัน/ม.ม. ²
L_s	=	ความยาวรอยตัด ม.ม.
d	=	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงาน ม.ม.
t	=	ความหนาของวัตถุ ม.ม.

ประมวลคำศัพท์และคำย่อ

Abrasive	=	การถู การขีดข่วน
Adhesive	=	การเกาะติด การเชื่อมเย็น
Blank	=	แผ่นเปล่า, แผ่นชิ้นงาน
Blanking Die	=	แม่พิมพ์ตัด
Burr	=	เสี้ยนหรือครีบชิ้นงาน
Clearance	=	ช่องว่างคมตัด
Shear surface	=	ขอบตัดเฉือน
Cutting Force	=	แรงตัดชิ้นงาน
Die	=	ดาย แม่พิมพ์ตัวเมีย
Die Roll	=	ขอบโค้งมน
Elastic Limits	=	จุดยืดหยุ่นของวัสดุ
Fatigue	=	การล้าตัว
Fracture	=	การฉีกขาด
Punch	=	พUNCH แม่พิมพ์ตัวผู้
Penetration	=	การกดลึก
Shear Strength	=	ค่าความต้านทานแรงเฉือน
Stripping Force	=	แรงปลดแผ่นชิ้นงาน
Ultimate Strength	=	ความต้านทานแรงดึงสูงสุด
Wear	=	การสึกหรอ
Yield Point	=	จุดครากตัวของวัสดุ