

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ช
รายการรูปประกอบ	ฅ
รายการสัญลักษณ์	ฉ
ประมวลคำศัพท์และคำย่อ	ฎ

บทที่

1. บทนำ	1
1.1 ปัญหาความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 สมมุติฐานของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	2
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.6 นิยามศัพท์	3
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เครื่องกีด	4
2.2 เครื่องมือตัดสำหรับงานกีด	10
2.3 เหล็กกล้าเครื่องมือ	13
2.4 ความหยาบละเอียดของผิวงาน	26
2.5 การชุบแข็งและการชุบผิวแข็ง	30
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	34

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3. วิธีดำเนินงานวิจัย	36
3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น	36
3.2 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	37
3.3 ขั้นตอนในการเตรียมชิ้นงาน	40
3.4 การทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)	39
3.5 การออกแบบการทดลอง	41
3.6 ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	44
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	47
4. ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล	50
4.1 ผลการทดลองเบื้องต้น	50
4.2 ผลของการทดลอง	52
4.3 ผลการวิเคราะห์การทดลองทางสถิติ	55
4.4 วิเคราะห์หาความแปรปรวนของปัจจัย	56
4.5 ผลการวิเคราะห์การถดถอย	60
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	64
5.1 สรุปผลการทดลอง	64
5.2 การอภิปรายผลการทดลอง	66
5.3 ข้อเสนอแนะ	67
เอกสารอ้างอิง	68

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ก. ตารางบันทึกผลการทดลอง	70
ข. ตารางวิเคราะห์ข้อมูล	74
ค. รูปประกอบขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย	81

ประวัติผู้วิจัย

91

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเหล็กกล้าเครื่องมือสำหรับทำแม่พิมพ์พลาสติก	22
2.2 ตัวอย่างการใช้งานเหล็กกล้าเครื่องมือ	23
2.3 แสดงค่าและชั้นความหยาบของผิวงาน ตามมาตรฐานของ ISO1302 –1978	28
2.4 แสดงขอบเขตความเรียบผิวงานของกระบวนการการผลิต	29
3.1 ค่าส่วนผสมทางเคมีของชิ้นงานทดสอบ	40
3.2 แสดงแผนการทดลองเบื้องต้น	41
3.3 แสดงแผนการทดลอง	42
3.4 การสุ่มเลือกชิ้นงานทดลอง	45
3.5 ผลการทดสอบส่วนผสมเคมีของชิ้นงานเหล็กเครื่องมือ(AISI P20)ที่ผ่านการชุบแข็ง	46
4.1 แสดงค่าเฉลี่ยความเรียบผิวจากการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)	51
4.2 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยค่าความเรียบผิวของงานกัด (Ra)	52
4.3 แสดงค่าความเรียบผิวจากการทดลอง ครั้งที่ 2	54
4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ANOVAของค่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิวงานกัด (μm)	56
4.5 ความแตกต่างความเร็วตัด ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิวงาน โดยวิธี LSD	58
4.6 ความแตกต่างอัตราป้อน ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิวงาน โดยวิธี LSD	59
4.7 สมการถดถอยระหว่างอัตราป้อนกับความเรียบของผิวงานกัด	61
4.8 แสดงค่าพยากรณ์ความเรียบผิวงานกัดที่ได้จากสมการถดถอย โดยกำหนดอัตราป้อนคงที่ 0.15 มิลลิเมตร/ฟัน	61
ก.1 ตารางบันทึกค่าความแข็งของเหล็กเครื่องมือ AISI P20	71
ก.2 ตารางบันทึกค่าทดสอบส่วนผสมทางเคมีของชิ้นงาน	71
ก.3 แสดงค่าความเรียบผิวจากการทดลอง ครั้งที่ 1	72
ก.4 แสดงค่าความเรียบผิวจากการทดลอง ครั้งที่ 2	73
ข.1 แสดงผลการวิเคราะห์ANOVAของค่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิวงานกัด (μm)	75

รายการรูปประกอบ

รูป	หน้า
2.1 ลักษณะของงานกัด	4
2.2 แสดงเครื่องกัดซีเอ็นซีเพลาตั้ง	5
2.3 แสดงเครื่องกัดซีเอ็นซีเพลานอน	5
2.4 การกำหนดแนวแกนของเครื่องกัดตั้ง	5
2.5 การกำหนดแนวแกนของเครื่องกัดนอน	6
2.6 แบบ 3 แกน	7
2.7 เครื่อง Machining Center 5 แกน	7
2.8 ชุดควบคุมการทำงานต่าง ๆ	8
2.9 การเคลื่อนที่ของโต๊ะงาน	9
2.10 ชุดเปลี่ยนทูลอัตโนมัติแบบ Arm type tool changer	10
2.11 ชุดเปลี่ยนทูลอัตโนมัติแบบ Armless type tool changer	10
2.12 เอ็นด์มิลล์แบบปลายหน้าตัดตรง	11
2.13 เอ็นด์มิลล์แบบปลายครึ่งวงกลม	11
2.14 เฟซมิลล์สำหรับปาดผิวชิ้นงาน	11
2.15 อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือตัดสำหรับเครื่องกัดซีเอ็นซีแบบต่าง ๆ	12
2.16 ปลอกจับ (collet) เครื่องมือตัดขนาดต่างๆ	13
2.17 ส่วนต่างๆ ของความหยาบละเอียดของผิวงาน	26
2.18 แสดงค่าวัดจากจุดสูงสุดถึงจุดต่ำสุดของผิวงาน	27
2.19 แสดงการหาค่าเฉลี่ย	28
2.20 แสดงการวัดทดสอบเป็นช่วงเท่า ๆ กัน	29
2.21 เครื่องมือวัดค่าความหยาบผิวงาน	30
3.1 เครื่องกัด ยี่ห้อ MORI SEIKI รุ่น NV6000 DCG	36
3.2 เครื่องทดสอบความแข็ง	37
3.3 เครื่องตรวจสอบความเรียบผิว	37
3.4 เม็ดมิลกัด	38
3.5 คัตเตอร์บอริ่งที่ใช้ในการทดสอบ	38

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า	
3.6	วัสดุชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบ	39
3.7	ตำแหน่งที่ทำการทดสอบส่วนผสมเคมี	46
3.8	ตำแหน่งที่ทำการทดสอบหาค่าความแข็ง	46
3.9	แสดงตำแหน่งในการวัดความเรียบผิว	47
4.1	แสดงการแจกแจงของข้อมูลจากการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)	51
4.2	แสดงการแจกแจงของข้อมูลจากการทดลอง	55
4.3	อิทธิพลร่วมของระยะป้อนลึกและความเร็วตัดต่อความเรียบผิว	57
4.4	แสดงกราฟความแตกต่างของความเร็วตัดต่อความเรียบผิว	58
4.5	แสดงกราฟความแตกต่างของอัตราป้อนต่อความเรียบผิว	60
4.6	ค่าความเรียบของผิวงานกัดที่ได้จากการพยากรณ์	63
ค.1	การทดสอบส่วนผสมทางเคมี	82
ค.2	การทดสอบค่าความแข็ง	82
ค.3	นำชิ้นงานเข้าเตาอบไฟฟ้าเพื่อทำการชุบแข็ง	83
ค.4	น้ำมันที่ใช้ในการชุบแข็ง	83
ค.5	เม็คมัดกัด	84
ค.6	การจับยึดชิ้นงาน เข้ากับเครื่องกัดซีเอ็นซี	84
ค.7	การกัดชิ้นงานเหล็กเครื่องมือที่ผ่านการชุบแข็ง	85
ค.8	ชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการกัด	85
ค.9	การวัดค่าความเรียบผิวงานตำแหน่งที่ 1	86
ค.10	การวัดค่าความเรียบผิวงานตำแหน่งที่ 2	86
ค.11	การวัดค่าความเรียบผิวงานตำแหน่งที่ 3	87
ค.12	ขยาย 20 เท่าของเม็คมัดที่ทำกรทดลองเบื้องต้น	88

รายการสัญลักษณ์

d	=	เส้นผ่าศูนย์กลางของมิดกัต (มิลลิเมตร)
n	=	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)
N	=	จำนวนของข้อมูลทั้งหมด
V	=	ความเร็วตัด เมตรต่อนาที
X	=	ข้อมูลแต่ละจำนวน
$S.D.$	=	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\bar{X}$	=	ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด
μm	=	ไมโครเมตร
$^{\circ}C$	=	องศาเซลเซียส
α	=	นัยสำคัญทางสถิติ

ประมวลศัพท์และคำย่อ

Analysis of Variance (ANOVA)	=	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน
Tool steel	=	เหล็กเครื่องมือ
Computer Numerical Control	=	เครื่องกัดโลหะที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
Cutting speed	=	ความเร็วตัด
Dependent Variable	=	ตัวแปรตาม
Depth of cut	=	ระยะป้อนลึก
Feed rate	=	อัตราป้อน
Hardening	=	การชุบแข็ง
Hardened Tool Steel	=	เหล็กเครื่องมือที่ผ่านการชุบแข็ง
Hardness Testing Machine	=	เครื่องทดสอบหาค่าความแข็ง
Independent Variable	=	ตัวแปรอิสระ
Interaction Effect	=	ตัวแปรที่เป็นอิทธิพลร่วม
Main Effect	=	ตัวแปรที่เป็นอิทธิพลหลัก
Mass Customization	=	การผลิตแบบตามความต้องการของลูกค้า
Mass Production	=	การผลิตแบบการผลิตแบบต่อเนื่อง
Multiple Linear Regression Analysis	=	การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงพหุคูณ
Roughness Average	=	วัดความเรียบผิวเฉลี่ย
Spectrometer	=	เครื่องทดสอบหาค่าส่วนผสมทางเคมี
Surface Roughness Testing Machine	=	เครื่องวัดความเรียบผิวงาน
Water Solute Oil	=	น้ำมันหล่อเย็นชนิดผสมน้ำ
AISI P20	=	เหล็กเครื่องมือสำหรับทำแม่พิมพ์
HRC	=	Hardness Rock well Scale C
LSD	=	Least Significant Difference