ปัจจัยในการกลึงปอกที่มีผลต่อความขรุขระผิวอะลูมิเนียมหล่อกึ่งของแข็ง

Effect of Turning Parameters on Surface Roughness of Aluminum Casting Semi-Solid

วิมล บุญรอด

Wimon Boonrawd

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Minor Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Industrial Management

Prince of Songkla University

2555

ชื่อสารนิพนธ์ ปัจจัยในการกลึงปอกที่มีผลต่อความขรุขระผิวอะลูมิเนียมหล่อกึ่งของแข็ง

ผู้เขียน นายวิมล บุญรอด

สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ รัตนวิไล)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องุ่น สังขพงศ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ รัตนวิไล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กลางเดือน โพชนา)

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องุ่น สังขพงศ์)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

ชื่อสารนิพนธ์ ปัจจัยในการกลึงปอกที่มีผลต่อความขรุขระผิวอะลูมิเนียมหล่อกึ่งของแข็ง
ผู้เขียน นายวิมล บุญรอด
สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2554

บทคัดย่อ

สารนิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยในการกลึงปอกที่มีผลต่อความขรุขระผิวอะลูมิเนียมหล่อกึ่งของแข็งเกรด 7075 โดยใช้เครื่องกลึงควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์และใช้มีดกลึงคาร์ไบด์เครื่องหมายการค้า Plansee Tizit ชนิด DCGT 070204FN-27 เกรด H10T มีส่วนผสมของ Co 6.0% เป็นวัสดุคมตัดปัจจัยที่ใช้ศึกษาทดลองคือ ความเร็วตัด (Cutting Speed) อัตราป้อน (Feed) และความลึกในการตัด (Depth of Cut) โดยกำหนดความเร็วตัด 130- 220 ม./นาที อัตราป้อน 0.02-0.1 มม./รอบ และความลึกในการตัด 0.45-0.85 มม. จากการทดลองพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อความขรุขระผิว คือ ความเร็วตัด อัตราป้อนและความลึกในการตัด โดยที่ค่าความขรุขระผิวมีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้อัตราป้อนต่ำลงและสามารถกำหนดสภาวะการกลึงด้วยสมการ R_a=0.187+0.001S+6.886F-0.044D-0.014SF เมื่อ R_a คือค่าความขรุขระผิวเฉลี่ยของพื้นผิวตามอนุกรมเลขคณิตมีหน่วยเป็นไมโครเมตร S คือค่าความเร็วตัด (ม./นาที) F คือค่าอัตราป้อน (มม./รอบ) และ D คือค่าความลึกในการตัด (มม.) การนำสมการนี้ไปใช้ควรอยู่ในขอบเขต ความเร็วตัด130- 220 ม./นาที อัตราป้อน 0.02-0.1 มม./รอบ และความลึกในการตัด 0.45-0.85 มม. จากการทดลองเพื่อยืนยันผลเปรียบเทียบค่าความขรุขระผิวที่ได้จากการพยากรณ์กับค่าความขรุขระผิวที่ได้จากการทดลองกลึงปอกผิวชิ้นงานพบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เท่ากับ 0.5% ซึ่งน้อยกว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่กำหนดไว้ที่ 5% ดังนั้นสมการดังกล่าวจึงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

Minor Thesis Title	Effect of Turning Parameters on Surface Roughness of Aluminum Casting Semi-Solid
Author	Mr. Wimon Boonrawd
Major Program	Industrial Management
Academic Year	2011

ABSTRACT

The objective of this research is to study the effect of turning parameters on surface roughness of aluminum casting semi-solid. The experiment was conducted on a computer numerical control machine using carbide insert (Plansee Tizit; DCGT 070204FN-27 grade H10T Co 6.0%) as a cutting tool. The 3 cutting factors were studied including cutting speed, feed and depth of cut. The cutting speed, feed rate and depth of cut were in the range of 130-220 m./min 0.02-0.1 mm./rev and 0.45- 0.85 mm., respectively. The results showed that feed rate was the most affected factor to the finish surface roughness. Decreasing the feed rate gave the better surface roughness. The regression equation was therefore obtained as follows R_a=0.187+0.001S+6.886F-0.044D-0.014SF Finally, the regression equation was validated by comparing the value of surface roughness from the equation and the actual experiment. It was found that the mean absolute percentage error different value was approximately 0.5% which is in the range of acceptable criteria.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี ด้วยคำชี้แนะ ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ รัตนวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องุ่น สังขพงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กลางเดือน โพชนา กรรมการสอบสารนิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำชี้แนะแนวทางในการทำสารนิพนธ์และได้ตรวจสอบเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในสารนิพนธ์ฉบับนี้ อันเป็นประโยชน์สำหรับผู้วิจัยในการจัดทำสารนิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกเป็นพระคุณอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ตลอดจนญาติพี่น้องที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนในการทำสารนิพนธ์ในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ประโยชน์และคุณค่าของสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญุตา กตเวที แก่บิดามารดา ครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพอย่างยิ่ง

วิมล บุญรอด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการรูปประกอบ	(9)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 การสำรวจเอกสาร	3
1.3 วัตถุประสงค์	6
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 งานกลึง	8
2.2 มีดกลึง (Tool Lathe)	9
2.3 หลักการพื้นฐานของการตัดโดยใช้ใบมีด	10
2.4 อะลูมิเนียม	17
2.5 การหล่อโลหะแบบกึ่งของแข็ง	19
2.6 ทฤษฎีและรูปแบบของความขรุขระผิว	24
2.7 การออกแบบการทดลอง	30
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	45
3.1 เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการทดลอง	45
3.2 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นทดลอง	49
3.3 การออกแบบวิธีการวัด	50
3.4 วิธีการทดลอง	52

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์	55
	4.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 1 เพื่อหาขนาดสิ่งตัวอย่าง	55
	4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 2 เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่คาดว่าจะมีผล	56
	4.3 การวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 3 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความขรุขระของผิวอะลูมิเนียมหล่อกึ่งของแข็ง	64
	4.4 การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ระหว่างตัวแปรในการกลึงปอกกับค่าความขรุขระผิวของอะลูมิเนียมหล่อกึ่งของแข็ง	69
	4.5 การทดลองเพื่อยืนยันผล	71
	4.6 ความสอดคล้องของงานวิจัย	75
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	76
	5.1 สรุปผลการทดลอง	76
	5.2 ข้อเสนอแนะ	77
บรรณานุกรม		78
ภาคผนวก		81
	ภาคผนวก ก ข้อมูลเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการทดลอง	82
	ภาคผนวก ข ผลการทดลอง	87
	ภาคผนวก ค ตารางการวิเคราะห์ผลทางสถิติ	97
ประวัติผู้เขียน		103

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สัญลักษณ์กลุ่มอะลูมิเนียมหล่อผสม	18
2.2	การทดลองแฟคทอเรียลแบบ 2^2	36
2.3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับกรณีศึกษา 2 ปัจจัยที่ a ระดับ และ b ระดับ ตามลำดับโดยการทดลองซ้ำ n ครั้ง	38
2.4	การทดลอง 2^k Full Factorial	40
3.1	การกำหนดระดับของปัจจัยสำหรับการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาจำนวนปัจจัย	53
3.2	ตัวแปรสำหรับแผนการทดลองเพื่อทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความขรุขระของผิวอะลูมิเนียมหล่อกึ่งของแข็ง	54
4.1	การหาจำนวนการทำซ้ำ	56
4.2	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าความขรุขระผิว	61
4.3	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าความขรุขระผิว	66
4.4	การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณของค่าความขรุขระผิวกับความเร็วตัด อัตราป้อนและความลึกในการตัด	70
4.5	การเปรียบเทียบค่าความขรุขระผิวที่คำนวณจากสมการและค่าความขรุขระผิวที่วัดได้จากการทดลอง	72

รายการรูปประกอบ

รูปประกอบที่		หน้า
2.1	เครื่องกลึงแบบธรรมดาชนิดต่าง ๆ	8
2.2	เครื่องกลึงแบบซีเอ็นซี	9
2.3	ลักษณะรูปร่างของมีดกลึงที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป	9
2.4	ลักษณะรูปร่างของเม็ดมีดกลึงที่ใช้กับเครื่องซีเอ็นซี	10
2.5	ลักษณะทางเรขาคณิตของใบมีดกลึง	11
2.6	ลักษณะของความยาวเศษตัดที่เกิดขึ้นในเวลา 1 นาที	16
2.7	โครงสร้างแบบเดนไดร์ท	20
2.8	โครงสร้างแบบก้อนกลม	20
2.9	วิวัฒนาการและการเติบโตอนุภาคของแข็ง (Solid Particles)	21
2.10	ขั้นตอนการผลิตโลหะกึ่งของแข็งด้วยกรรมวิธี Semi-solid Rheocasting (SSR)	22
2.11	อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตโลหะกึ่งของแข็งด้วยกรรมวิธีการปล่อยฟองแก๊ส	23
2.12	ความสัมพันธ์ของรัศมีปลายมีดกับความเรียบผิวและอัตราป้อน	24
2.13	ตัวอย่างพื้นผิวสำเร็จ	26
2.14	ความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวตามอนุกรมเลขคณิต (R_a)	27
2.15	ค่ายอดสูงสุดกับก้นร่องต่ำสุด Rmax	28
2.16	ค่าเฉลี่ยความขรุขระของพื้นผิวแบบสิบจุด (Rz)	29
2.17	ความขรุขระของพื้นผิวจากกระบวนการผลิตแบบต่าง ๆ	29
3.1	เครื่องกลึงควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์	45
3.2	เครื่องกลึงยันศูนย์ ยี่ห้อ Harrison รุ่น M300R	46
3.3	เครื่องเลื่อยสายพานแนวนอน	46
3.4	เม็ดมีดกลึงและช่วงของการเลือกใช้งาน	47
3.5	ชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง	48
3.6	เครื่องวัดความขรุขระผิว	48
3.7	เวอร์เนียร์ดิจิตอล	49
3.8	การเลื่อยชิ้นงานด้วยเครื่องเลื่อยสายพาน	49
3.9	การกลึงชิ้นงานให้เป็นเพลากลม	50

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปประกอบที่		หน้า
3.10	ชิ้นงานสำหรับทดลอง	50
3.11	ตำแหน่งการวัดความขรุขระผิวของชิ้นงานทดลอง	51
3.12	ลักษณะของแผ่นเทียบผิวมาตรฐานขนาด R_a = 2.95 ไมโครเมตร	51
3.13	การปรับเทียบเครื่องวัดค่าความขรุขระผิวกับแผ่นมาตรฐาน	51
3.14	ค่าที่อ่านได้ครั้งแรกซึ่งจะต้องปรับให้อ่านได้เท่ากับแผ่นมาตรฐาน	52
3.15	ค่าที่อ่านได้หลังจากปรับเครื่องแล้ว	52
4.1	การทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลความขรุขระผิว	57
4.2	การทดสอบความเสถียรภาพของข้อมูลความขรุขระผิว	58
4.3	การทดสอบความเป็นอิสระของข้อมูลความขรุขระผิว	59
4.4	ผลกระทบร่วมของความขรุขระผิว	63
4.5	การเปลี่ยนแปลงของความขรุขระผิวจากการเปลี่ยนระดับของปัจจัยหลัก	63
4.6	การตรวจสอบคุณภาพข้อมูลของความขรุขระผิว	64
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเศษเหลือและค่าเฉลี่ย	65
4.8	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเศษเหลือและลำดับที่ของการทดลอง	65
4.9	ผลกระทบของความขรุขระผิวจากการเปลี่ยนระดับของปัจจัยหลัก	68
4.10	ผลกระทบร่วมของความขรุขระผิว	68
4.11	การตรวจสอบคุณสมบัติของข้อมูล	70
4.12	การเปรียบเทียบค่าความขรุขระผิวจากสมการและจากการทดลอง	73
4.13	ค่าความขรุขระผิวที่ได้จากกระบวนการผลิตแบบต่าง ๆ	74

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

GISS = Gas Induced Semi-Solid

R_a = Arithmetic Average

mm./rev= millimeter per revolution

mm. = millimeter

m./min = meter per minute

PCD = Polycrystalline Diamond

PCBN = Polycrystalline Cubic Boron Nitride

CBN = Cubic Boron Nitride

Co = Cobalt

CNC = Computer Numerical Control

ASTM = American Society of Testing and Materials

EM = Electro Magnetic

SSM = Semi Solid Material

SSR = Semi Solid Rheocasting

Rmax = Maximum Distance between Peak to Valley

DLC = Diamond Like Carbon