

การศึกษาอิทธิพลของรัศมีและลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกรีดที่มีผลต่อคุณภาพชิ้นงานรูปถ้วย อลูมิเนียมด้วยกระบวนการหมุนขึ้นรูป

A study of influences of the radius and rolling paths of the spinning roller on part qualities of an
aluminum cup produced by a spinning process

รัตนชัย กองวงศ์¹ ศิวกร อ่างทอง²

Rattanachai Kongwong¹ Sivakorn Angthong²

บทคัดย่อ

กระบวนการหมุนขึ้นรูปแผ่นโลหะได้มีการศึกษาและพัฒนาวิธีการกันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน ในบทความนี้มุ่งศึกษาถึงอิทธิพล เกี่ยวกับรัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดที่มีผลต่อคุณภาพชิ้นงานในกระบวนการหมุนขึ้นรูป มีลักษณะการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง แบบหมุนโค้งออก และแบบหมุนโค้งเข้า ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาอิทธิพลรัศมีการเคลื่อนที่ของลูกรีดผสมกันระหว่างการเคลื่อนที่แบบหมุนโค้งออกกับแบบหมุนโค้งเข้า โดยกำหนดรัศมีการเคลื่อนที่ของลูกรีดที่ 50, 70 และ 90 มิลลิเมตร สภาวะการหมุนขึ้นรูปกำหนดความเร็วรอบหมุนขึ้นงาน 600 รอบ/นาที อัตราป้อน 0.2 มิลลิเมตร/รอบ รัศมีหมุนลูกรีด 3 มิลลิเมตร โดยทำการขึ้นรูปอลูมิเนียม เกรด AA - 1100 ความหนา 1.2 มิลลิเมตร เพื่อศึกษาอิทธิพลของแรงในแนวแกน ความหนา และความแข็งของชิ้นงาน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ารัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีด ที่ 90 มิลลิเมตร ส่งผลต่อค่าความหนา และแรงในแนวแกนน้อยสุด แต่ความแข็งของชิ้นงานมีค่าต่ำสุด กล่าวได้ว่ารัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดที่ค่าสูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้ความหนาและคุณภาพชิ้นงานดีขึ้น

คำสำคัญ : กระบวนการหมุนขึ้นรูป, รัศมีการเคลื่อนที่ของลูกรีด, แม่พิมพ์สปินนิ่ง, ลูกรีด

ABSTRACT

Sheet metal spinning has been significantly developments in recent years. This paper aims to study the influence of radius and rolling path profiles of the spinning roller on part qualities of an aluminum cup produced by a spinning process. An experiment was carried out by using three different roller path profiles such as linear path, convex and concave linear which has three different rolling radiuses i.e. 50, 70 and 90 mm. The spinning process of an aluminum cup was conducted by using 600 rpm. of workpiece revolution, 0.2 mm./rev rate and the 3 mm of tool nose-radius.

Keywords : spinning process, radius roller path profiles, mandrel, roller

E-mail address : M-Kongwong@hotmail.com

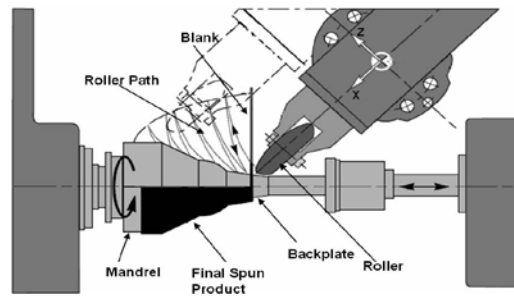
^{1,2}ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

^{1,2}Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumthani 12110

The results showed that the tool path radius influenced the spinning force, wall thickness and hardness variations. Using the 90 mm. radius of the rolling path not only caused lower spinning force but the radius of the spinning roller were significantly influenced on the product quality.

บทนำ

การหมุนขึ้นรูปโลหะแผ่นเป็นกระบวนการหนึ่งของการขึ้นรูปโลหะ ชิ้นงาน (Blank Size) เป็นโลหะแผ่นที่ถูกทำให้เปลี่ยนรูปตามลักษณะรูปทรงของเมนเดล (Mandrel) โดยลูกรีด (Roller) ค่อย ๆ กดชิ้นงานจนกระทั่งแนบกับเมนเดล จนได้รูปทรงของชิ้นงาน ดังรูปที่ 1 ในระหว่างกาหมุนรีดขึ้นรูปชิ้นงานจะถูกยึดระหว่างเมนเดลกับแผ่นกดชิ้นงานที่เกิดจากแรงในการย่นศูนย์ท้ายของเครื่องกลึง ลักษณะของการหมุนขึ้นรูปจะทำงานพร้อมกัน 3 ส่วนหลัก ๆ คือ ความเร็วรอบ (Spindle) ระยะทางการเคลื่อนที่ (Feed) และแรงกดชิ้นงาน (Tail Stock) วัสดุที่ใช้ในกระบวนการหมุนขึ้นรูปส่วนใหญ่เป็นโลหะบริสุทธิ์ สแตนเลส และโลหะนอกกลุ่มเหล็ก [1] กระบวนการนี้สามารถขึ้นรูปชิ้นงานที่มีความหนาตั้งแต่ 0.5 – 30 มม. และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 มม. ถึง 5 ม.



รูปที่ 1 ขั้นตอนกระบวนการหมุนขึ้นรูป [1]

L.Wang , H.Long [2] ได้ศึกษาการลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกรีด 4 ลักษณะ โดยทำการศึกษารเคลื่อนที่ของลูกรีดแบบผสมระหว่าง แบบหมุนโค้งเข้ากับแบบหมุนโค้งออก (Combined concave and convex) แบบหมุนโค้งออก (Concave) แบบหมุนโค้งเข้า (Convex) และการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง (Linear) ผลการเคลื่อนที่ของลูกรีดมีอิทธิพลต่อแรงที่เกิดขึ้นขณะรีด ความหนาที่เปลี่ยนไปหลังการหมุนขึ้นรูป ผลปรากฏว่าการเคลื่อนที่ของลูกรีดแบบหมุนโค้งออก ใช้แรงในการเคลื่อนที่ขณะหมุนขึ้นรูปสูงสุดของลักษณะการเคลื่อนที่ทั้งหมด ส่วนการเคลื่อนที่แบบหมุนโค้งเข้า พบว่าแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความหนาท่ำสุด และรัศมีในการเคลื่อนที่ของลูกรีดมีผลต่อความหนาชิ้นงาน กล่าวคือ รัศมีการเคลื่อนที่ของลูกรีดเพิ่มขึ้น แนวโน้มของความหนาจะเปลี่ยนแปลง H.C.Sortais S.Kobayashi and E.G.Thomsen [3] ศึกษาความหนาของถ้วยที่เปลี่ยนแปลงในการหมุนขึ้นรูปกรวยอะลูมิเนียมและสร้างสมการหาแรงการหมุนขึ้นรูปในแนวเส้นสัมผัสขึ้นมาจากวิธีงานอุดมคติ โดยสมมุติว่าไม่เกิดการย่นในระหว่างการขึ้นรูป จากผลการศึกษาพบว่าความเค้นในแนวรัศมีเป็นสาเหตุให้เกิดความหนาของถ้วยไม่คงที่ และหาแรงการหมุนขึ้นรูปในแนวเส้นสัมผัสที่ได้จากทฤษฎีกับผลการทดลองออกมาที่ความหนาของอะลูมิเนียม 0.05 นิ้ว และออกมาไม่ดีที่ความหนาของอะลูมิเนียม 0.088 นิ้ว M.M.El-Khabeery M.Fattouh; M.N.El-Sheikh and O.A.Hamed [4] ทดลองสปinningถ้วยอะลูมิเนียมทรงกระบอกเพื่อศึกษาถึงผลกระทบจากมุมลูกกลิ้ง อัตราการป้อน และ รัศมีมุมลูกกลิ้ง ที่ทำให้อัตราส่วนการหมุนขึ้นรูป (Spinning ratio) สูงสุด ความกลม (Roundness) ความหยาบผิว (Surface roughness) และแรงในการหมุนขึ้นรูปเกิดการเปลี่ยนแปลงในสภาพแห้งและความหนา

ถ่วงเท่ากับความหนาเดิมของแผ่นชิ้นงาน จากผลทดลองสรุปได้ว่า เมื่อลดมุมลูกลังทำให้ความหนาของถ้วย เบี่ยงเบนจากความหนาเดิมของแผ่นชิ้นงานน้อยลง ความกลมของชิ้นงานเพิ่มขึ้น ผิวถ้วยเรียบขึ้น อัตราส่วนการ หมุนขึ้นรูปสูงสุดเพิ่มขึ้น และใช้แรงในการหมุนขึ้นรูปเพิ่มขึ้น เมื่อลดอัตราป้อนทำให้ถ้วยมีความกลมของถ้วย เพิ่มขึ้น อัตราส่วนการหมุนขึ้นรูปสูงสุดเพิ่มขึ้น และใช้แรงการหมุนขึ้นรูปเพิ่มขึ้น การเพิ่มรัศมีนลูกลังทำให้ ความหนาของถ้วยเบี่ยงเบนจากความหนาเดิมของแผ่นชิ้นงานแรงในการหมุนขึ้นรูปกับความกลมของถ้วยเพิ่มขึ้น แต่อัตราส่วนการหมุนขึ้นรูปสูงสุดกลับลดลง มีค่าเท่ากับ 1.9 เมื่อใช้มุมลูกลังเท่ากับ 30 และ 40 องศา

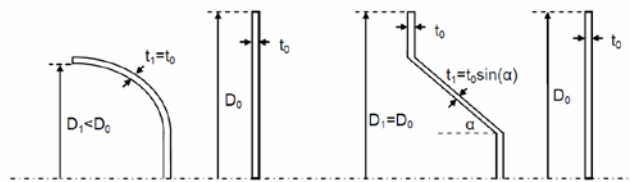
จากที่ได้ทำการศึกษางานวิจัยดังกล่าว จึงได้จัดทำโครงการวิจัยขึ้น โดยทำการศึกษารัศมีและการ เคลื่อนที่ของลูกรีดแบบผสมแบบผสมระหว่างแบบหมุนโค้งออกกับแบบหมุนโค้งเข้า (Combined concave and convex) เพื่อศึกษาอิทธิพลการขึ้นรูปด้วยกระบวนการหมุนขึ้นรูป (Spinning) ที่มีผลต่อคุณภาพชิ้นงานรูปถ้วย อลูมิเนียม

ทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย

ในกระบวนการหมุนขึ้นรูปโลหะแผ่นสามารถจำแนกได้ เป็น 2 ประเภทหลัก คือ การหมุนขึ้นรูปแบบ ธรรมดา (Conventional spinning) ดังรูปที่ 2 (ก) ชิ้นงานเปลี่ยนรูปจนได้รูปร่างตามต้องการโดยผ่านการรีดอย่าง อิศระเพื่อรักษาความหนาเดิม (t_0) แต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นชิ้นงาน (D_1) จะเปลี่ยนแปลงจากขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางเดิม (D_0) ตรงกันข้ามกับการหมุนขึ้นรูปแบบเฉือน (Shear spinning) ลูกรีดจะเปลี่ยนรูปร่าง ชิ้นงานในทิศทางเดียว ดังรูปที่ 2 (ข) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในการหมุนขึ้น (D_1) ยังคงไม่เปลี่ยนแปลง แต่ความ หนาของผนังชิ้นงานจะลดลงอย่างต่อเนื่อง ความหนาของชิ้นงานสุดท้ายของการหมุนขึ้นรูปชิ้นงาน (t_1) สามารถ คำนวณได้จากกฎของซายน์ลอว์ (Sine law)

$$t_1 = t_0 \sin \alpha$$

โดยที่ t_0 คือ ความหนาเดิมของชิ้นงาน , α คือ มุมเอียงของเมนเดล



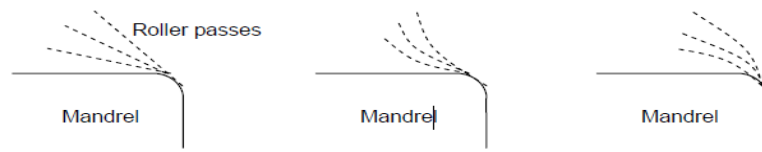
(ก) การหมุนขึ้นรูปแบบธรรมดา

(ข) การหมุนขึ้นรูปแบบเฉือน

รูปที่ 2 การหมุนขึ้นรูปแบบธรรมดาและการหมุนขึ้นรูปแบบเฉือน

ลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกรีดแบ่งเป็น 3 ลักษณะหลัก คือ การเคลื่อนที่แบบเส้นตรง (Linear) ดังรูปที่ 3 (ก) แบบหมุนโค้งออก (Concave) รูปที่ 3 (ข) และแบบหมุนโค้งเข้า (Convex) ดังรูปที่ 3 (ค) ผลการเคลื่อนที่ของลูก รีดมีผลกระทบต่อแรงที่เกิดขึ้นขณะรีด และความหนาที่เปลี่ยนไปหลังการหมุนขึ้นรูปการเคลื่อนที่ของลูกรีดแบบ หมุนตามเข็มนาฬิกา ใช้แรงในการเคลื่อนที่ขณะหมุนขึ้นรูปสูงสุดของลักษณะการเคลื่อนที่ทั้งหมด ส่วนการเคลื่อนที่แบบ หมุนทวนเข็มนาฬิกา พบว่าแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความหนาต่ำสุด และรัศมีในการเคลื่อนที่ของลูกรีดมีผลต่อ

ความหนาขึ้นงาน กล่าวคือ รัศมีการเคลื่อนที่ของลูกรีดเพิ่มขึ้นแนวโน้มของความหนาและแรงจะเปลี่ยนไป ลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกรีดดังรูปที่ 3



(ก) การเคลื่อนที่แบบเส้นตรง (ข) การเคลื่อนที่แบบหมุนโค้งออก (ค) การเคลื่อนที่แบบหมุนโค้งเข้า

รูปที่ 3 ลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกรีด (Roller Path and Passes)

อุปกรณ์และวิธีการ

การดำเนินการวิจัยการหมุนขึ้นรูปชิ้นงานด้วยอลูมิเนียมด้วยกระบวนการหมุนขึ้นรูป (Spinning) เพื่อนำมาวิเคราะห์ความหนาของชิ้นงานซึ่งมีแนวทางการดำเนินการดังนี้

1. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินการวิจัย
2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย
3. วิธีการดำเนินงาน

1. เครื่องและอุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินการวิจัย

- | | |
|--|-----------|
| 1. เครื่องกลึง CNC | 1 เครื่อง |
| 2. แม่พิมพ์สปินนิ่ง (Mandrel) รัศมี 70 มม. | 1 ชุด |
| 3. ลูกรีด (Roller) | 1 ชุด |
| 4. อุปกรณ์วัดแรง (Load cell) | 1 ชุด |
| 5. เครื่องทดสอบความแข็ง (Hardness) | 1 ชุด |
| 6. เครื่อง EDM Wire Cut | 1 เครื่อง |
| 7. เครื่องวัดความหนาขึ้นงาน (CMM) | 1 เครื่อง |

2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยการหมุนขึ้นรูปแบ่งออกเป็นแนวทางการดำเนินการดังนี้

2.1 ชุดแม่พิมพ์หมุนขึ้นรูป

2.1.1 วัสดุแม่พิมพ์ เป็นเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD 11 กลึงขึ้นรูปแม่พิมพ์หมุนขึ้นรูปชิ้นงาน โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 97.6 มิลลิเมตร สูง 49.8 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้นถ้วย 49.6 มิลลิเมตร และรัศมีของถ้วย 70 มิลลิเมตร

2.1.2 ชุดลูกรีดขึ้นรูป เป็นเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD 11 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร หนา 20 มิลลิเมตร และมีรัศมีบนลูกรีด 3 มิลลิเมตร พร้อมอุปกรณ์จับยึดลูกรีด

2.2 วัสดุขึ้นงาน

ในการศึกษาได้ทำการหมุนขึ้นรูปด้วยกระบวนการหมุนขึ้นรูปอลูมิเนียมเกรด AA – 1100 ความหนา 1.2 มม. ก่อนการกำหนดขนาดชิ้นงานเริ่มต้น (Blank size) ได้คำนวณหาขนาดชิ้นงานก่อนทำการหมุนขึ้นรูป ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 135 มม. ซึ่งได้มาจากการคำนวณทฤษฎีของ O.Music [3] มีองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกลของวัสดุอลูมิเนียมเกรด AA – 1100 ดังแสดงในตารางที่ 1

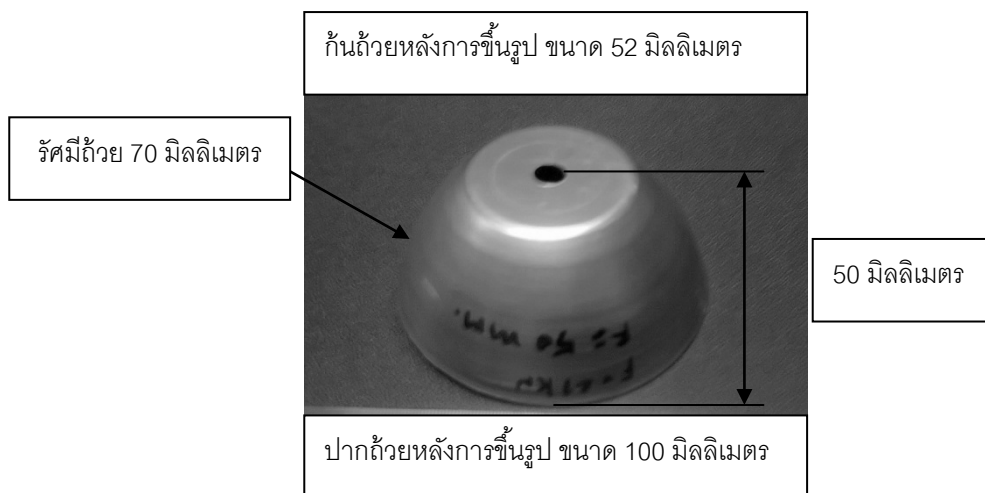
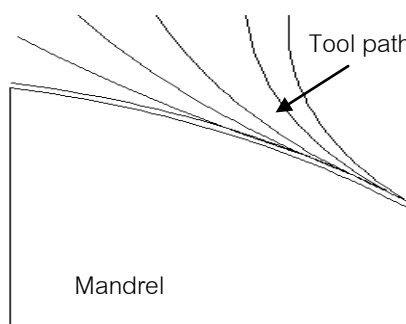
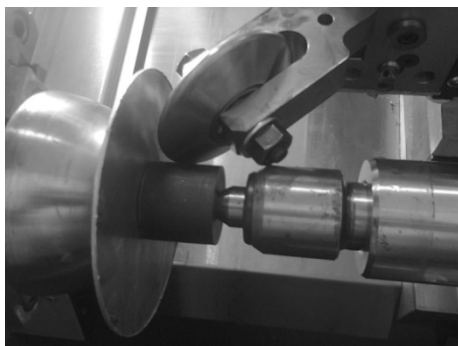
ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางกลและส่วนประกอบทางเคมีของวัสดุอลูมิเนียมเกรด AA - 1100

Al	Si	Fe	Mn	Zn	Cu	อื่น ๆ	Tensile strength (MPa)	Yield strength (MPa)	Shear strength (MPa)	Hardness (HB)
99	1	1	0.05	0.10	0.05 - 0.20	0.05	90	34	62	23

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 เจ็อนไขในการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเปรียบเทียบผลการทดลองอิทธิพลของรัศมีการเคลื่อนที่ของลูกกรีดในการหมุนขึ้นรูปด้วยวิเคราะห์ชิ้นงานด้วยหลังการหมุนขึ้นรูปมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางปากถ้วย 100 มม. เส้นผ่านศูนย์กลางก้นถ้วย 52 มม. และมีความลึก 50 มม. รัศมีการเคลื่อนที่ของลูกกรีดที่ใช้ 50 , 70 และ 90 มม. ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยการทดลองนี้ทำการศึกษาการเคลื่อนที่ของลูกกรีดแบบผสมกันระหว่างการเคลื่อนที่แบบหมุนโค้งออกกับแบบหมุนโค้งเข้า ดังแสดงในรูปที่ 4 เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเปลี่ยนรูปต่อไป



รูปที่ 4 กระบวนการหมุนขึ้นรูป

ตารางที่ 2 แสดงระดับและเงื่อนไขในการทดลอง

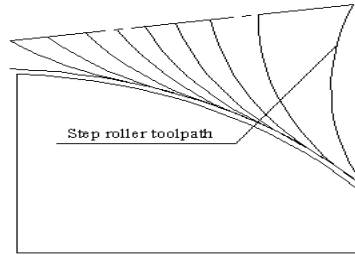
Factor	Code	Level		
		1	2	3
Feed Rate (mm./rev.)	F_r	0.2	0.2	0.2
Spindle Speed (rpm.)	S	600	600	600

Radius Rolling Paths (mm.)	R_p	50	70	90
----------------------------	-------	----	----	----

ผลการทดลองและอภิปรายผล

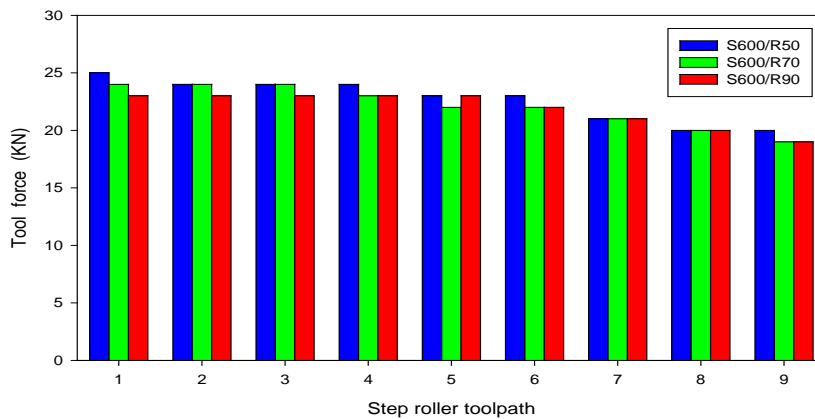
1. อิทธิพลของรัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดที่มีผลต่อแรงที่ใช้ในการหมุนขึ้นรูป

การทดลองการหมุนขึ้นรูปชิ้นงานรูปถ้วยด้วยวัสดุอลูมิเนียมเกรด AA - 1100 โดยเปรียบเทียบรัศมีการเคลื่อนที่ของลูกรีดที่ 50 , 70 และ 90 มม. รัศมีเมนเดล 70 มม. รัศมีมันลูกรีด 3 มม. ระยะทางในการรีด 50 มม. ความเร็วรอบ 600 rpm. อัตราป้อน 0.2 mm./rev. และแรงดันขึ้นงาน 15 Mpa. ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 5



AA - 1100 (Spinning Process)

For Spindle 600 rpm. Feed 0.2 mm/rev. Roller nose radius 3mm.

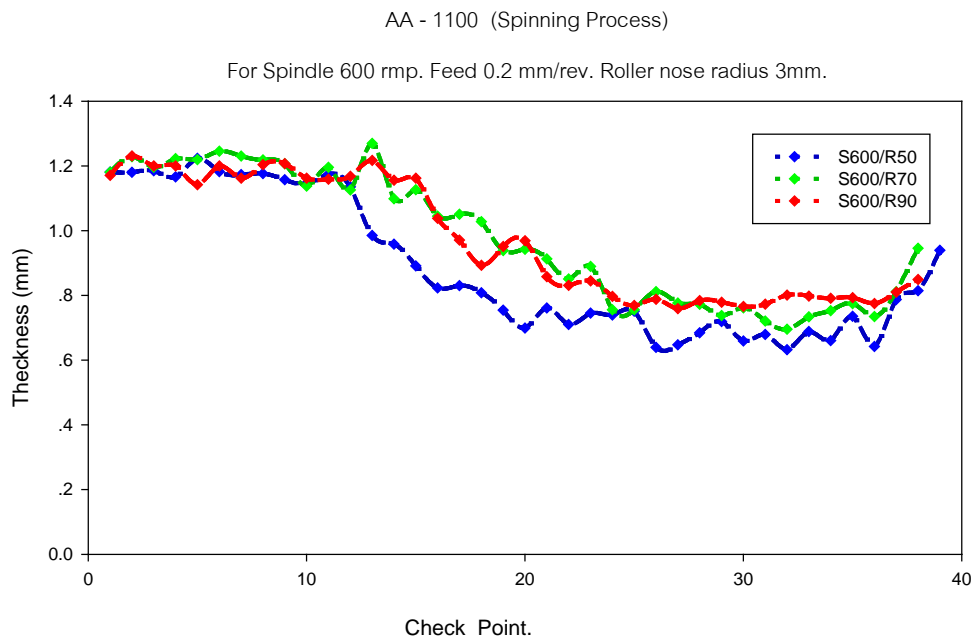


รูปที่ 5 แรงในการหมุนขึ้นรูปชิ้นงานด้วยกระบวนการหมุนขึ้นรูป

ผลการทดลองการหมุนขึ้นรูปถ้วยอลูมิเนียมด้วยกระบวนการหมุนขึ้นรูป จากรูปที่ 5 พบว่ารัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดทั้ง 3 รัศมี ตำแหน่งของแรงหมุนขึ้นรูปที่บริเวณขอบปากถ้วยเกิดขึ้นสูงสุด มีแนวโน้มเหมือนกัน คือ ตำแหน่งการโน้ม ครั้งที่ 1 ใช้แรงหมุนขึ้นรูปสูงสุด และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงครั้งที่ 9 ใช้แรงหมุนขึ้นรูปต่ำสุด จากกราฟเปรียบเทียบแรงการหมุนขึ้นรูปพบว่า รัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดที่ 50 มม. ใช้แรงในการหมุนขึ้นรูปสูงสุด สาเหตุเกิดจากรัศมีการเคลื่อนที่น้อย ความชันของการเคลื่อนที่สูงขึ้นตามไปด้วย ขณะที่ลูกรีดสัมผัสกับชิ้นงาน การหมุนรีดตามแนวรัศมีเป็นไปได้ยาก ทำให้โลหะไหลตัวยากขึ้น จึงทำให้เกิดแรงต้านในการหมุนขึ้นรูปสูง ส่งผลให้แรงในการหมุนขึ้นรูปสูงตามไปด้วย ซึ่งรัศมี 50 , 70 และ 90 มม. โดยแรงในการหมุนขึ้นรูปสูงสุดมีค่าเฉลี่ยที่ 22.67KN, 22.11KN และ 21.89KN ตามลำดับ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ารัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีด มีอิทธิพลต่อแรงในการหมุนขึ้นรูป ซึ่งรัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดมีค่าสูงขึ้น แนวโน้มแรงในการหมุนขึ้นรูปมีค่าลดลง

2. อิทธิพลของรัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดที่มีผลต่อความหนาชิ้นงานหลังการหมุนขึ้นรูป

จากผลการทดลองการหมุนขึ้นรูป ชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์ไม่เกิดรอยแตกและรอยย่น มาทำการวัดความหนาของผนังชิ้นงานตั้งแต่ก้นถ้วยไปจนถึงปากถ้วยจำนวน 37 จุดมีระยะห่างเท่ากับ 2 มม. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างความหนาของผนังชิ้นงานที่ได้จากรัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดที่แตกต่างกันมีผลการทดลองดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงค่าความหนาผนังชิ้นงานหลังจากการหมุนขึ้นรูป

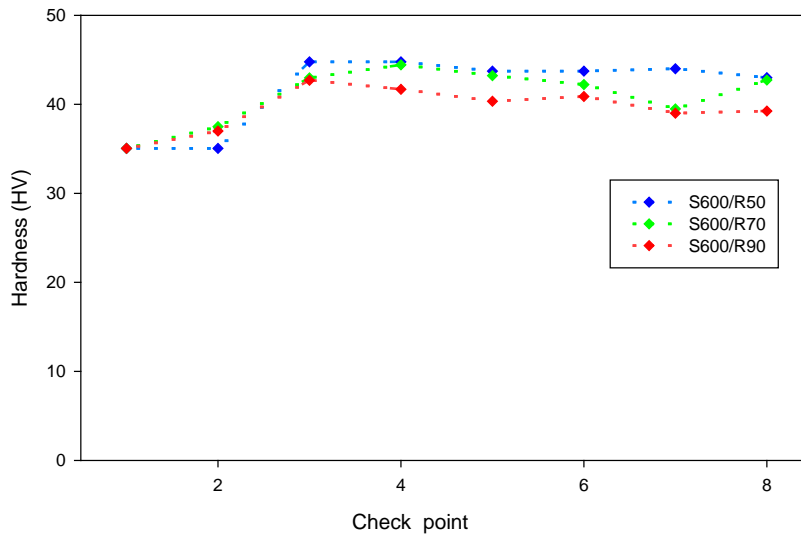
จากรูปที่ 6 ผลความแตกต่างของความหนาชิ้นงาน โดยใช้รัศมีและการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกัน เห็นได้ว่าขนาดของรัศมีและการเคลื่อนที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาของชิ้นงาน เนื่องจากขนาดรัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดที่แตกต่างกัน ทำให้ชิ้นงานไหลตัวได้ยาก รัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดที่มีค่าน้อย โหละมีอัตราการเปลี่ยนแปลงรูปลดลงมากที่สุด เปรียบเทียบกับความหนาเดิม จากกราฟรัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดที่ 50 มม. มีการเปลี่ยนแปลงความหนาลดลง มีค่าเฉลี่ย 0.883 มิลลิเมตร คิดเป็น 31.65 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าการเปลี่ยนแปลงความหนามากที่สุด รัศมี 70 มีค่าเฉลี่ย 0.975 มิลลิเมตร คิดเป็น 22.43 เปอร์เซ็นต์ และ 90 มีค่าเฉลี่ย 0.982 มิลลิเมตร คิดเป็น 21.73 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับผลการทดลองของ L.Wang , H.Long [2] รัศมีในการเคลื่อนที่ของลูกรีดมีผลต่อความหนาชิ้นงาน

3.อิทธิพลของรัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดที่มีผลต่อความแข็งชิ้นงานหลังการหมุนขึ้นรูป

จากผลการทดลองการหมุนขึ้นรูป นำชิ้นงานมาทำการวัดความแข็งแบบ Vickers (HV) ตั้งแต่ก้นถ้วยไปจนถึงปากถ้วย จำนวน 8 จุด มีระยะห่างเท่ากับ 6 มม. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความแข็งชิ้นงานที่ได้จากรัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีด ที่แตกต่างกันมีผลการทดลองดังภาพที่ 7

AA - 1100 (Spinning Process)

For Spindle 600 rpm. Feed 0.2 mm/rev. Roller nose radius 3mm.



รูปที่ 7 แสดงความแข็งของชิ้นงานหลังจากการหมุนขึ้นรูป

ผลการทดลองการหมุนขึ้นรูปด้วยอลูมิเนียมด้วย จากรูปที่ 7 พบว่ารัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดทั้ง 3 รัศมี มีแนวโน้มเหมือนกัน คือ ความแข็งค่อยๆ เพิ่มขึ้นจากจุดเริ่มต้นไปจนถึงจุดสุดท้ายของชิ้นงาน จากกราฟการเปรียบเทียบค่าความแข็งพบว่า รัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดที่ 90 และ 70 มม. ให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นค่าเฉลี่ย 6.01 และ 6.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดที่ 50 มม. ให้ค่าความแข็งสูงสุดค่าเฉลี่ย 6.76 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุเกิดจากรัศมีและการเคลื่อนที่น้อย จำนวนครั้งในการรีดเพิ่มมากขึ้นทำให้ชิ้นงานเกิดความเครียดสูงขึ้น ส่งผลให้ผิวของชิ้นงานมีความแข็งเพิ่มมากขึ้น จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ารัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีด มีอิทธิพลต่อความแข็งบริเวณผิวชิ้นงานในการหมุนขึ้นรูป ซึ่งรัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดมีค่าสูงขึ้น แนวโน้มค่าความแข็งผิวชิ้นงานมีค่าลดลง

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลของรัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดในการหมุนขึ้นรูปด้วยอลูมิเนียม ให้ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. รัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดมีอิทธิพลต่อแรงในการหมุนขึ้นรูป ซึ่งรัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดมีค่าสูงขึ้น แนวโน้มแรงในการหมุนขึ้นรูปมีค่าลดลง
2. รัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีด มีอิทธิพลต่อความหนาชิ้นงาน คือแนวโน้มรัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดเพิ่มมากขึ้น อัตราการเปลี่ยนแปลงความหนามีค่าลดลง
3. รัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีด มีอิทธิพลต่อความแข็งบริเวณผิวชิ้นงานในการหมุนขึ้นรูป ซึ่งรัศมีและการเคลื่อนที่ของลูกรีดมีค่าสูงขึ้น แนวโน้มค่าความแข็งผิวของชิ้นงานมีค่าลดลง

เอกสารอ้างอิง

- [1] WANG, LIN , Analysis of Material Deformation and Wrinkling Failure in Conventional Metal Spinning Process , Durham University,2012
- [2] L.Wang , H.Long, A study of effects of roller path profiles on tool forces and part wall thickness variation in conventional metal spinning, Durham University,2011
- [3] H.C.Sortais S.Kobayashi and E.G.Thomsen . Mechanics of Conventional spinning. Trans. ASME Journal of Engineering for Industry.85(November 1963) : 346-350.
- [4] M.M.El-Khabeery M.Fattouh; M.N.El-Sheikh and O.A.Hamed. On the Conventional simple spinning of cylindrical aluminium cups. J.Mech.Tools Manufact.Vol.31.(1991) : 203-219.