

การศึกษาอิทธิพลรัศมีแม่สปินนิ่งที่มีผลต่อการขึ้นรูปถ้วยอะลูมิเนียมด้วยกระบวนการสปินนิ่ง The Study of Influence of Mandrel Radius on Forming an aluminum cup with Spinning Process

มนเทียร โสขุมา¹ ศศิวิภา ศรีสุข¹, นพวิณญ์ เหลืองชัยพร¹, สุริยา น้ำแก้ว², บัญชา พุทธากุล²
Montean Sokhuma¹, Sasiva Srisuk¹, Noppawin Lueangchaiyaporn¹, Suriya Namgaew², Buncha
Puttakoon²

บทคัดย่อ

บทความนี้มีจุดประสงค์หลักในการศึกษาอิทธิพลรัศมีแม่พิมพ์สปินนิ่งของกระบวนการสปินนิ่งที่มีผลต่อคุณภาพชิ้นงานสำเร็จ โดยกำหนดค่ารัศมีของแม่พิมพ์สปินนิ่ง 3 ระดับ คือ R 30, R 40, และ R 50 มิลลิเมตร ตามลำดับ ใช้อัตราป้อน 3 ระดับ คือ 0.3, 0.5 และ 0.7 มิลลิเมตรต่อรอบ ตามลำดับ ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที เพื่อขึ้นรูปชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นถ้วยที่มีขนาดความโตของฐานถ้วย 40 มิลลิเมตร ปากถ้วย 80 มิลลิเมตร วัสดุชิ้นงานเป็นอะลูมิเนียม เกรด Al 1100 ความหนา 1.2 มิลลิเมตร ขนาดเริ่มต้นเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร ทำการหมุนรีดขึ้นรูปตามสมมุติฐานที่กำหนด และทำการวิเคราะห์ผลจากลักษณะของชิ้นงานสำเร็จซึ่ง พบว่ารัศมีแม่พิมพ์สปินนิ่งโต มีผลทำให้ความหนาชิ้นงานเปลี่ยนแปลงมากคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 5.56 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับความหนาเดิม ความสูงชิ้นงานสูงขึ้น ความเที่ยงตรงปากถ้วยชิ้นงานคลาดเคลื่อนมาก และอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพชิ้นงานเกิดการฉีกขาด และเมื่อใช้รัศมีแม่พิมพ์สปินนิ่งเล็กลง พบว่าความหนาชิ้นงานเปลี่ยนแปลงน้อย คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 3.28 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับความหนาเดิม ส่งผลความเที่ยงตรงปากถ้วยชิ้นงานมีคลาดเคลื่อนและความสูงชิ้นงานลดลง มีผลให้คุณภาพชิ้นงานมีคุณภาพดีที่สุด

คำสำคัญ การขึ้นรูปโลหะแผ่น, กระบวนการสปินนิ่ง, แม่สปินนิ่ง, ลูกตั้ง

Abstract

The primary purpose of this article was to study mandrel radius influence on spinning process on quality of a completed work piece. The mandrel radius values were defined in 3 levels namely; R30, R40 and R50 millimeters, respectively with 3 levels of feeding rate namely; 0.3, 0.5 and 0.7 millimeters per round, respectively, and speed per round for 300 rounds per minute in order to form a cup of work piece with cup base size of 40 millimeters and top of the cup of 80 millimeters. The material of the work

^{1,2,3}ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี รหัสไปรษณีย์ 72130

^{1,2,3}Department of Industrial Engineering, Faculty of Education, Rajamangala University of Technology Suvarnabmumi, Samchuk, Suphanburi 72130

piece was aluminum grade A1110, 1.2 millimeters in thickness and the initial diameter of 90 millimeters which was produced by roll forming

according to the defined hypothesis and the result was analyzed by the characteristic of the completed work piece. It was found that larger mandrel radius resulted to the change of work piece thickness for 5.56% comparing to the original thickness; the work piece was higher, the accuracy of the top of the work piece was much in error and there was tearing at the wall. While it was found that with smaller mandrel radius, the change of work piece thickness had smaller effect for 3.28% comparing to the original thickness; the accuracy of the top of the work piece was smaller in error and the height of the work piece was reduced resulting in the optimum quality of the work piece.

Key words: Sheet metal forming, spinning process, mandrel, roller

คำนำ

ปัจจุบันการขึ้นรูปโลหะแผ่นหรือ Sheet metal forming (SMF) ให้เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆตามที่ต้องการ กรรมวิธีที่ใช้กันมีหลายวิธี เช่น การปั๊มขึ้นรูป การขึ้นรูปลึก และกระบวนการสปินนิ่ง เป็นต้น และปัจจุบันการขึ้นรูปโลหะแผ่นมีการพัฒนาเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตรงตามความต้องการ กระบวนการผลิตเหล่านี้ล้วนต้องใช้แม่พิมพ์ในการขึ้นรูปโลหะแผ่น ดังนั้นแม่พิมพ์จึงมีความสำคัญ ถ้าแม่พิมพ์มีคุณภาพหรือมีความเที่ยงตรง ก็จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพด้วย อุตสาหกรรมการขึ้นรูปโลหะแผ่นเป็นอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ภาชนะเครื่องครัว และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น สำหรับการขึ้นรูปโลหะด้วยกระบวนการสปินนิ่ง (Spinning) หรือการหมุนรีดขึ้นรูปเป็นวิธีหนึ่งในการขึ้นรูปโลหะแผ่นบางรูปทรงสมมาตรรอบแกน (Axisymmetric) รูปทรงที่มีก้นลึก (Deep shape) รูปแปลกๆ หรือมีขนาดใหญ่ เช่นภาชนะเครื่องครัว ก้นหลอดโทรทัศน์ โคมไฟ ชิ้นส่วนเครื่องบิน ฯลฯ ชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิตมีจำนวนน้อย ไม่เหมาะสมที่จะนำมาปั๊มขึ้นรูป ไม่ต้องใช้แม่พิมพ์หลายชุดหรือใช้แม่พิมพ์ที่มีขนาดใหญ่มากซึ่งมีราคาแพง จึงใช้การขึ้นรูปแผ่นโลหะด้วยกระบวนการสปินนิ่ง (Spinning) โดยการสร้างแท่งแม่พิมพ์ (Mandrel) และศูนย์ท้ายแท่น (Tail stock) ซึ่งทำมาจากวัสดุที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมาก อีกทั้งยังใช้แรงในการขึ้นรูปน้อย ใช้เครื่องจักรที่มีขนาดไม่ใหญ่ได้ แต่ในปัจจุบันการผลิตชิ้นส่วนใหม่ๆ ในแต่ละครั้งจะต้องมีการทดลองหลายๆครั้ง ทำให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นงาน เสียเวลาต่อการทำงาน และเสียค่าใช้จ่ายในการผลิต เพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ควรทำการทดลองหาตัวแปร (Variable) ที่มีความสัมพันธ์ที่สามารถทำนายปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้นในระหว่างการผลิตได้รวดเร็ว และเพียงพอเหมาะสม ที่จะรู้ถึงสิ่งที่เกิดขึ้นในการขึ้นรูปชิ้นงาน ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบรูปทรงของชิ้นงานและรูปทรงของแม่พิมพ์ ซึ่งทำให้เราสามารถเปลี่ยนแปลงรูปทรงของชิ้นงาน การเลือกวัสดุและการเลือกเครื่องจักรได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องต่อไป

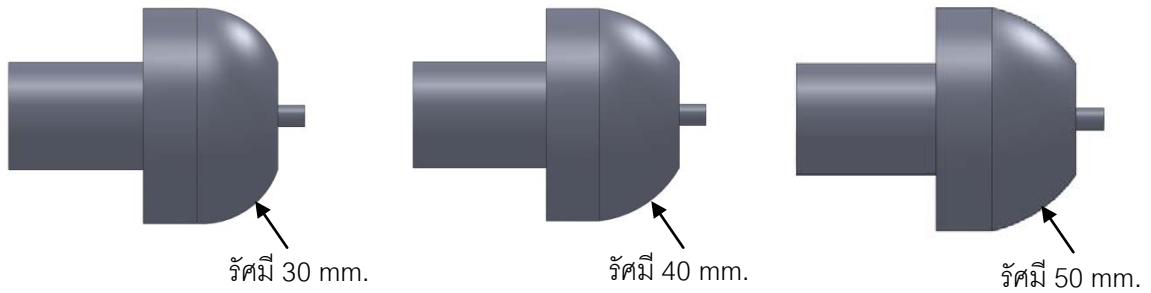
อุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องกลึง CNC ยี่ห้อ OKUMA รุ่น GENOS L250



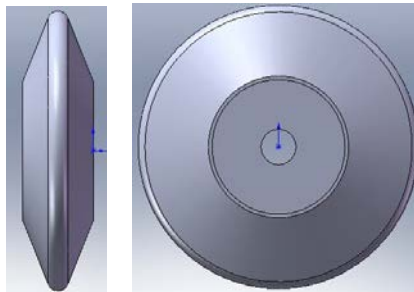
รูปที่ 1 เครื่องกลึง CNC ยี่ห้อ OKUMA รุ่น GENOS L250

แม่พิมพ์สปินนิ่ง ความยาว 50 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตสุด 80 มิลลิเมตร และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร



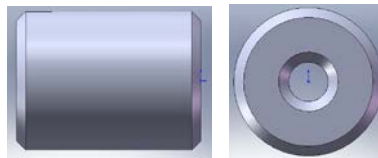
รูปที่ 2 แสดงขนาดและรูปร่างแม่พิมพ์สปินนิ่ง

ลูกล้อ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 x 20 มิลลิเมตร รัศมีมนลูกกลิ้ง 3 มิลลิเมตร



รูปที่ 3 แสดงรูปร่างและขนาดของลูกล้อ

ยันศูนย์ท้าย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 ยาว 40 มิลลิเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร



รูปที่ 4 แสดงรูปร่างและขนาดของลูกล้อ

ไมโครคาลิปเปอร์ชนิดปลายเข็ม สำหรับวัดความหนาชิ้นทดสอบหลังการขึ้นรูป

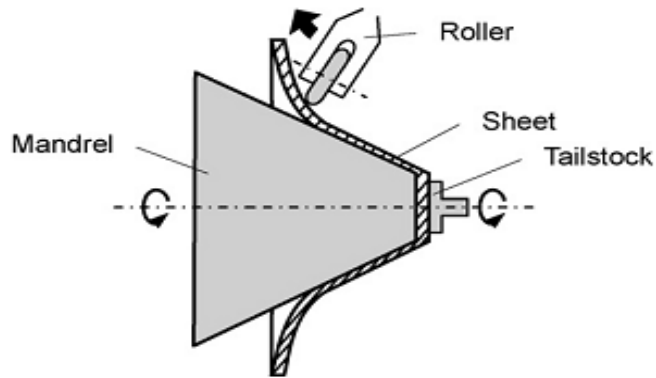


รูปที่ 5 ไมโครคาลิปเปอร์สำหรับวัดความหนาชิ้นงาน

วิธีการ

การขึ้นรูปจะเริ่มต้นโดยการนำแผ่นอะลูมิเนียมกลม(Blank)ขนาด mm. มาติดกับแม่พิมพ์สปินนิ่ง ซึ่งแม่พิมพ์สปินนิ่งมีลักษณะเป็นถ้วยที่ก้นมีความโต.....และมีรัศมี 3 ค่า คือ 30, 40 และ 50 mm. โดยให้จุดศูนย์กลางตรงกันแล้วจึงนำศูนย์ท้ายแทนมากดให้แนบติดกัน ซึ่งในกระบวนการสปินนิ่งขึ้นรูปชิ้นงาน (Spinning) แผ่นชิ้นงานจะแนบสนิทกับแม่พิมพ์สปินนิ่ง (Mandrel) ขั้นตอนต่อไปหมุนแม่พิมพ์สปินนิ่งที่ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที

แผ่นอะลูมิเนียมและศูนย์ท้ายแทนจะหมุนตามไปด้วย หลังจากนั้นจึงนำลูกกลิ้งมากดรีดชิ้นงานให้แนบไปตามแม่พิมพ์สปีนนิ่งที่อัตราป้อน 3 ระดับ คือ 0.3, 0.5 และ 0.7 mm./rev. แผ่นชิ้นงานจะค่อยๆ ถูกขึ้นรูปอย่างต่อเนื่องในบริเวณเล็กกว่าที่ลูกกลิ้งสัมผัสกับแผ่นชิ้นงานตามการเคลื่อนที่ของแผ่นชิ้นงานรอบแกนการหมุนของแม่พิมพ์สปีนนิ่ง แสดงดังรูปที่ 6

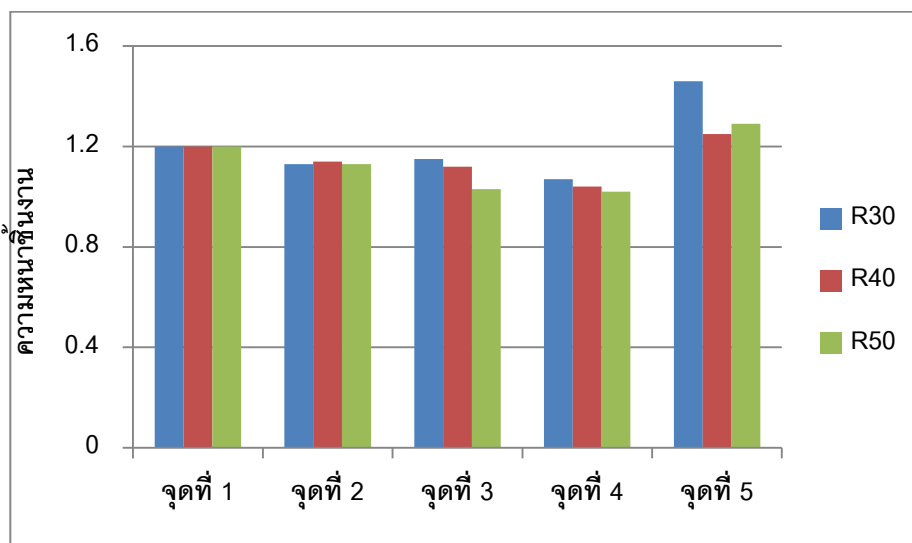


รูปที่ 6 แสดงการขึ้นรูปโลหะแผ่นด้วยกระบวนการสปีนนิ่ง

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

อิทธิพลรัศมีแม่พิมพ์สปีนนิ่งที่มีผลต่อความหนาชิ้นงาน

ดูจากรูปที่ 10 แสดงถึงความหนาที่เปลี่ยนแปลงไปจากการขึ้นรูปด้วยกระบวนการสปีนนิ่ง จะเห็นได้ว่าความหนาของแผ่นอะลูมิเนียม จุดที่ 1 ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และจุดที่มีความหนาลดลงกว่าความหนาเดิม คือจุดที่ 2, จุดที่ 3 และจุดที่ 4 ส่วนจุดที่ 5 มีความหนาเพิ่มขึ้นกว่าความหนา แผ่นอะลูมิเนียมที่ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์รัศมี R30 ความหนาชิ้นงานเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด เฉลี่ย 1.16 มิลลิเมตร และ R50 ความหนาชิ้นงานเปลี่ยนแปลงมากที่สุด เฉลี่ย 1.13 มิลลิเมตร

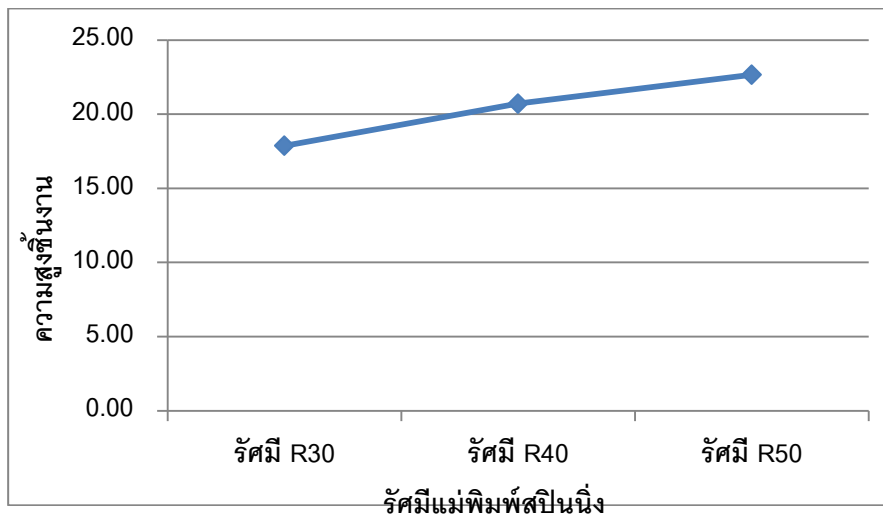


ตำแหน่งวัดความหนาชิ้นงาน
รูปที่ 10 แสดงความหนาชิ้นงาน ที่ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์สปีนนิ่ง

จากผลการทดลอง พบว่าชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์สปีนนิ่งรัศมี R30 มิลลิเมตร มีความหนาเปลี่ยนแปลงไปน้อยที่สุด แตกต่างจากความหนาเดิม ค่าเฉลี่ย 0.04 มิลลิเมตร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 3.28 เปอร์เซ็นต์ และที่ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์สปีนนิ่งรัศมี R50 มิลลิเมตร มีความหนาที่เปลี่ยนแปลงไปมากที่สุด แตกต่างจากความหนาเดิม ค่าเฉลี่ย 0.07 มิลลิเมตร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 5.56 เปอร์เซ็นต์ จึงวิเคราะห์ได้ว่า อิทธิพลรัศมีแม่พิมพ์สปีนนิ่งมีผลต่อความหนาของชิ้นงานหลังจากการขึ้นรูป โดยค่ารัศมีแม่พิมพ์สปีนนิ่งมาก ส่งผลต่อการลดลงของความหนาชิ้นงานมากกว่ารัศมีแม่พิมพ์สปีนนิ่งน้อย

อิทธิพลรัศมีแม่พิมพ์สปีนนิ่งที่มีผลต่อความสูงชิ้นงาน

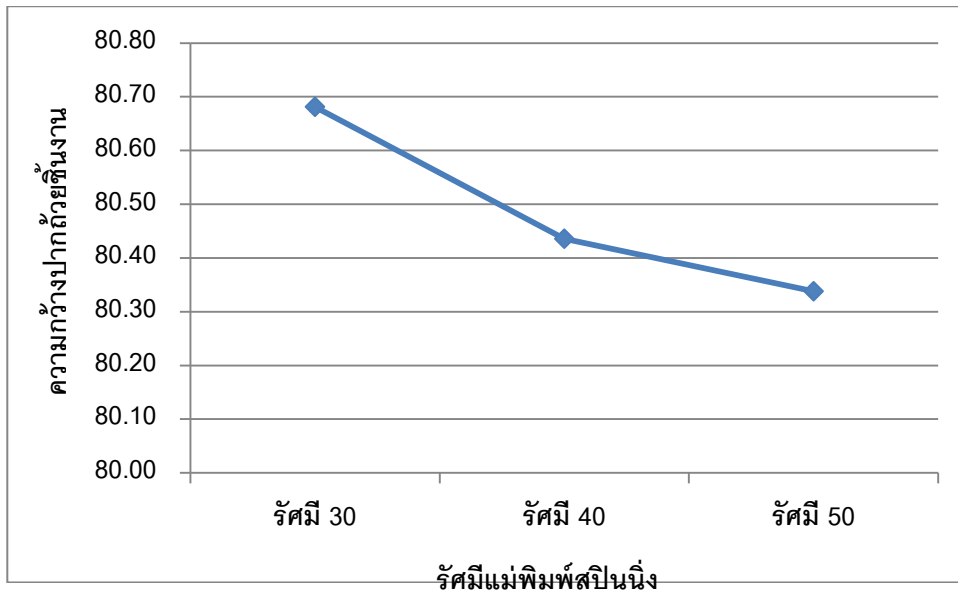
ดูจากรูปที่ 11 แสดงขนาดความสูงชิ้นงานหลังจากการขึ้นรูป จะเห็นว่าความสูงชิ้นงานมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามค่ารัศมีแม่พิมพ์สปีนนิ่งที่มากขึ้น โดยที่ชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์สปีนนิ่งรัศมี R50, R40 และ R30 มีความสูงค่าเฉลี่ย 22.67, 20.71 และ 17.88 มิลลิเมตร ตามลำดับ จึงวิเคราะห์ได้ว่า อิทธิพลรัศมีแม่พิมพ์สปีนนิ่งมีผลต่อความสูงของชิ้นงานหลังจากการขึ้นรูป โดยรัศมีแม่พิมพ์สปีนนิ่งมาก ส่งผลต่อการเพิ่มความสูงของชิ้นงานให้เพิ่มสูงขึ้นมากกว่ารัศมีแม่พิมพ์สปีนนิ่งน้อย



ดูจากรูปที่ 11 แสดงขนาดความสูงชิ้นงานหลังจากการขึ้นรูป

อิทธิพลรัศมีแม่พิมพ์สปีนนิ่งที่มีผลต่อความกว้างของปากถ้วยชิ้นงาน

ดูจากรูปที่ 12 แสดงขนาดความกว้างปากถ้วยชิ้นงานหลังจากการขึ้นรูป จะเห็นว่าชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์สปีนนิ่งรัศมี 50 มิลลิเมตร ขนาดความกว้างปากถ้วยชิ้นงานหลังจากการขึ้นรูป เฉลี่ยเท่ากับ 80.34 มิลลิเมตร เป็นขนาดความกว้างปากถ้วยชิ้นงานน้อยที่สุด และชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์สปีนนิ่งรัศมี 30 และ 40 มิลลิเมตร มีขนาดความกว้างปากถ้วยชิ้นงานหลังจากการขึ้นรูป เฉลี่ย 80.68 และ 80.44 มิลลิเมตร ตามลำดับ จึงวิเคราะห์ได้ว่า อิทธิพลรัศมีแม่พิมพ์สปีนนิ่งน้อย มีผลต่อขนาดความกว้างปากถ้วยชิ้นงานหลังจากการขึ้นรูปเพิ่มขึ้นและอาจทำให้ความคลาดเคลื่อนผนังชิ้นงานมีมาก มากกว่ารัศมีแม่พิมพ์สปีนนิ่งน้อย



รูปที่ 12 แสดงขนาดความกว้างปากด้วยขึ้นงานหลังจากการขึ้นรูป

4. สรุปผล

ผลการศึกษาอิทธิพลไร่ละกี่ต้นที่มีผลต่อการขึ้นรูปด้วยอะลูมิเนียมโดยกระบวนการสปินนิ่ง พบว่าไร่ละกี่ต้นมีผลต่อรูปทรง และคุณภาพขึ้นงาน จึงวิเคราะห์ว่าไร่ละกี่ต้นน้อย ส่งผลให้ความหนาขึ้นงานเปลี่ยนแปลงน้อย และส่งผลให้ความกว้างปากด้วยขึ้นงานกว้างมากขึ้น อาจทำให้ความคลาดเคลื่อนผนังขึ้นงานมีมากด้วย หากใช้ไร่ละกี่ต้นเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความสูงเพิ่มขึ้น และผนังขึ้นงานมีแนวโน้มน้อยลง อาจส่งผลให้ขึ้นงานเกิดการฉีกขาดบริเวณผนังไม่สามารถขึ้นรูปได้สำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

ชาญ ถนัดงาน.เอกสารประกอบการสอนวิชา เทคโนโลยีการขึ้นรูปโลหะ. กรุงเทพมหานคร:สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2543.

เจษฎา ชัยโถม.การวิเคราะห์การสปินนิ่งด้วยอะลูมิเนียมทรงกรวยด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์:สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2545.

ชูไฮดี สนิ.การวิเคราะห์การขึ้นรูปด้วยอะลูมิเนียมโดยกระบวนการสปินนิ่ง.กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2546.

ณัฐศักดิ์ พรพุมศิริ, เฉลิมพล คล้ายนิล, กุลชาติ จุลเพ็ญ.การศึกษาอิทธิพลของไร่ละกี่ต้นที่มีผลต่อการขึ้นรูปด้วยอะลูมิเนียมโดยกระบวนการหมุนรีดขึ้นรูป: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล,2554