การวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยในกระบวนการหมุนขึ้นรูปถ้วยอลูมิเนียม โดยการออกแบบการทดลอง

An Analysis Factors effect in aluminum cup spinning process by design of experiment

ฉัตรพล พิมพา[1*]

Chatpon Phimpha[1*]

บทคัดย่อ

การขึ้นรูปโลหะด้วยกระบวนการหมุนขึ้นรูป เป็นวิธีหนึ่งในการขึ้นรูปโลหะแผ่นบางรูป ที่มีรูปทรงสมมาตรรอบแกน ในการขึ้นรูปโลหะที่มีรูปทรงแปลกหรือมีขนาดใหญ่ ซึ่งการขึ้นรูปด้วยวิธีหมุนขึ้นรูปนั้นมักจะใช้กับชิ้นงานที่ผลิตจำนวนน้อย ซึ่งงานที่ผลิตจำนวนน้อยไม่เหมาะสมที่จะใช้วิธีการปั้มขึ้นรูปเนื่องจากจำเป็นต้องใช้ต้นทุนสูงเพื่อสร้างชุดแม่พิมพ์ โดยอลูมิเนียมเป็นวัสดุที่นิยมนำมาขึ้นรูปโลหะเนื่องจากมีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรงจากการศึกษาพบว่ามีปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อความหนาของแผ่นโลหะจากการขึ้นรูปมี2 ปัจจัยคือ (A) ความเร็วรอบ (B) อัตราป้อน ซึ่งในงานวิจัยจะใช้การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลเต็มจำนวนเพื่อคัดกรองปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาของชิ้นงานในการขึ้นรูปถ้วยอลูมิเนียม และมีการทดลองซ้ำที่จุดศูนย์กลาง เพื่อตรวจสอบความเป็นส่วนโค้งของแบบจำลอง โดยใช้ระดับนัยสำคัญที่ α 0.05 ซึ่งผลจากการคัดกรองปัจจัยพบว่าปัจจัยที่ส่งผลคือ (B) อัตราป้อน โดยผลจากการออกแบบการทดลองนั้นสามารถนำแปลงเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของการผลิตทำงานดังนี้ คือ การปรับความเร็วรอบควรปรับระดับสูงสุดคือ 600 รอบต่อนาที ค่าอัตราการป้อนเป็นระดับต่ำสุดคือ 0.3

คำสำคัญ : การออกแบบการทดลอง, การหมุนขึ้นรูปโลหะ

Abstract

Metal forming processes with spinning is a method of forming a thin sheet metal. Shaped symmetrical axis in forming metal shapes or large. The forming method is often used to produce small quantities. The small quantities product is not appropriate to use the method forming process because it requires a high cost to build the mold. The aluminum is a material commonly used metal because of its light and strength. From study results was found factors that are expected to affect the thickness of the sheet metal two factors: (A) speed (B) feed. This research will be used full factorial design to screening factors that affecting change in the thickness of work piece in forming the aluminum cup. The experiment was repeated at the center point to determine the arc of the model. The significant level is α0.05. The results of the screening factors that factor are (B) Feed. The result of the experimental design that can be converted into the best conditions of the production work, as is the speed should be adjusted to the highest level is 600 rpm, the feed rate is lowest is 0.3

Keyword : Design of Experiment, Metal forming processes with spinning

[1] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ สุพรรณบุรี 72130

[1] Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Samchuk District, Suphanburi 72130, Thailand

* Corresponding author. Email: Perpetually09@gmail.com

บทนำ

การขึ้นรูปโลหะด้วยกระบวนการหมุนขึ้นรูป เป็นวิธีหนึ่งในการขึ้นรูปโลหะแผ่นบางรูป ที่มีรูปทรงสมมาตรรอบแกน (Axisymmetric) หรือในการขึ้นรูปโลหะที่มีรูปทรงแปลกหรือมีขนาดใหญ่ เช่นภาชนะที่ใช้ในครัวเรือน ซึ่งการขึ้นรูปด้วยวิธีหมุนขึ้นรูปนั้นมักจะใช้กับชิ้นงานที่ผลิตจำนวนน้อย ซึ่งงานที่ผลิตจำนวนน้อยไม่เหมาะสมที่จะใช้วิธีการปั๊มขึ้นรูปเนื่องจากจำเป็นต้องใช้ต้นทุนสูงเพื่อสร้างชุดแม่พิมพ์ ดังนั้นการขึ้นรูปด้วยวิธีหมุนขึ้นรูปจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในการผลิตงานในลักษณะดังกล่าว ซึ่งจากการขึ้นรูปด้วยวิธีหมุนขึ้นรูปจะพบว่าความหนาของชิ้นงานจะลดลง ในกรณีที่การผลิตไม่กำหนดปัจจัยที่เหมาะสม จะส่งผลให้การขึ้นรูปเกิดความผิดพลาดเช่นการแตกร้าว ดังนั้นเพื่อให้การผลิตด้วยวิธีการหมุนขึ้นรูปนั้นสามารถผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงจำเป็นที่จะต้องทราบถึงผลกระทบของปัจจัยที่ส่งผลต่อความหนาของการขึ้นรูปแบบหมุน

ในการนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยในกระบวนการหมุนขึ้นรูปที่ส่งผลต่อความหนาของถ้วยอลูมิเนียมโดยการออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลเต็มจำนวน เพื่อที่จะทราบถึงผลกระทบของปัจจัยหลักและผลกระทบของปัจจัยร่วมที่ส่งผลต่อความหนาของถ้วยอลูมิเนียม ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการปรับตั้งค่าของการขึ้นรูปและใช้ในการคำนวณความหนาในการขึ้นรูปตามที่ต้องการจากการคำนวณโดยผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้ต้องการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความหนาของถ้วยอลูมิเนียมจากการใช้วิธีการหมุนขึ้นรูป ซึ่งในการทดลองจะวัดความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในแต่ละจุดเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบหลักและผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อความหนาของถ้วยอลูมิเนียมจากการใช้วิธีการหมุนขึ้นรูป

ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการขึ้นรูป

ในงานวิจัยมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 ส่วนคือ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการทดลอง และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการขึ้นรูปวัสดุ ซึ่งกระบวนการวิจัยจะต้องพิจารณาข้อมูลจากผลของการออกแบบการทดลองเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดลองและศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการขึ้นรูปถ้วยอลูมิเนียมโดยการอ้างอิงจากข้อมูลจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดปัจจัย และระดับที่ใช้ในในการทดลองโดยการจัดเตรียมวัสดุที่ใช้ในการทดลองโดยการสั่งซื้อ อลูมิเนียมเกรด AA1100 ความหนา 1.2 มิลลิเมตร และนำมาเข้าสู่กระบวนการตัดเพื่อนำไปใช้

การทดลองเพื่อเก็บข้อมูล

ในการทดลองใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลเต็มจำนวน เพื่อที่จะสามารถแยกผลกระทบหลักและผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยโดยที่ผลการทดลองไม่ปะปนกัน ซึ่งในงานวิจัยจะใช้ระดับนัยสำคัญ โดยใช้ปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อการทดลองจากการศึกษาตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อการขึ้นรูปถ้วยอะลูมิเนียมด้วยกระบวนการหมุนรีดขึ้นรูป ในการทำงานจะวิเคราะห์โดยการนำถ้วยอลูมิเนียมที่ขึ้นรูปแล้วมาตัดครึ่งเพื่อวัดความค่าหนาที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดโดยเวอร์เนียคาลิปเปอร์และนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลโดยจุดที่วัดผลนั้นแสดงดังภาพที่ 1จากการศึกษาตัวแปรต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อความหนาของถ้วยอลูมิเนียมโดยการหมุนขึ้นรูปมีจำนวนมากเป็นต้นว่า รูปทรงของอุปกรณ์ ความหนาของวัสดุ ชนิดของวัสดุ การหล่อเย็น และอื่นๆ แต่ปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อ

ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมและเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ในงานวิจัยคือ ความเร็ว (Speed) และอัตราป้อน (Feed) ซึ่งปัจจัยทั้งสองจะนำไปใช้ในการทดลองตัวแปรที่ใช้สำหรับปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องจะทำให้คงที่เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยที่ต้องการทดลองในงานวิจัยแสดงดังตารางที่ 1

Table 1 ตารางแสดงระดับและปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง

ปัจจัย	ระดับ			หน่วย
	ระดับต่ำ (-)	ระดับกลาง (0)	ระดับสูง (+)	
ความเร็ว(Speed)	200	400	600	รอบ/นาที
อัตราป้อน(Feed)	0.3	0.5	0.7	มิลลิเมตร/รอบ

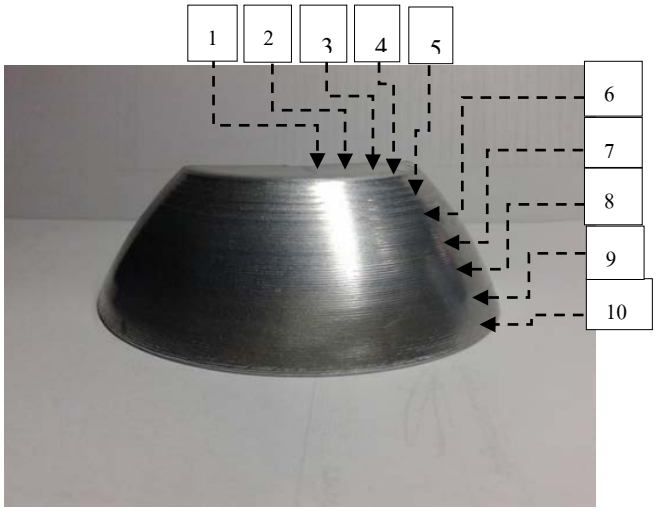

Figure 1 แสดงจุดที่ทำการวัดความหนาของถ้วยอลูมิเนียม

วิเคราะห์ผลกระทบที่ส่งผลต่อความหนาของการขึ้นรูปและการหาสภาวะที่เหมาะสม

ในการการทดลองคัดกรองปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาของถ้วยอลูมิเนียมจากการใช้วิธีการหมุนขึ้นรูป โดยจะใช้การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลเต็มจำนวนและนำผลมาวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ทีละปัจจัย ซึ่งในงานวิจัยจะใช้ระดับนัยสำคัญ α 0.05 ในการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดที่ส่งผลต่อความหนาของการขึ้นรูปจะใช้ฟังก์ชั่น Response Optimizer โดยกำหนดข้อจำกัดในการหาเงื่อนไขที่เหมาะสมดังนี้ การกำหนดค่าเป้าหมาย ซึ่งจะกำหนดความหนาน้อยที่สุดเพื่อให้การขึ้นรูปกระทบต่อความหนาของชิ้นงานน้อยซึ่งจะส่งผลให้เกิดความแข็งแรงของชิ้นงานมากขึ้น

การทดลองเพื่อยืนยันผล

หลังจากวิเคราะห์ผลการทดลองสร้างแบบจำลองที่เหมาะสม และหาเงื่อนไขที่เหมาะสมจากแบบจำลองที่สร้างขึ้น และนำค่าเฉลี่ยจากการทดลองยืนยันผลไปทดสอบแบบ T-Test เพื่อเปรียบเทียบช่วงความเชื่อมั่นของค่าทำนาย โดยถ้าค่าดังกล่าวตกอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นก็ถือว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นใช้ทำนายพฤติกรรมของกระบวนการได้ใกล้เคียงการทำงานจริง

ผลการศึกษา

ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการขึ้นรูปถ้วยอลูมิเนียมด้วยกระบวนการหมุนขึ้นรูป

จากการศึกษาตัวแปรต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อความหนาของถ้วยอลูมิเนียมโดยการหมุนขึ้นรูปปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อความหนาของถ้วยอลูมิเนียมและเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ในงานวิจัยคือ ความเร็ว (Speed) และอัตราป้อน (Feed) ซึ่งปัจจัยทั้งสองจะนำไปใช้ในการทดลองตัวแปรที่ใช้สำหรับปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องจะทำให้คงที่เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยที่ต้องการทดลองในงานวิจัยผลตอบของงานวิจัยจะแสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งแสดงผลตอบของงานวิจัย ซึ่งในงานวิจัยจะใช้อลูมิเนียมเกรด AA1100 ความหนา 1.2 มิลลิเมตร

Table 2 แสดงผลตอบของงานวิจัย

สัญลักษณ์	ผลตอบของงานวิจัย	สัญลักษณ์	ผลตอบของงานวิจัย
$\hat{y}_1$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 1	$\hat{y}_6$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 6
$\hat{y}_2$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 2	$\hat{y}_7$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 7
$\hat{y}_3$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 3	$\hat{y}_8$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 8
$\hat{y}_4$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 4	$\hat{y}_9$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 9
$\hat{y}_5$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 5	$\hat{y}_{10}$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 10

แบบอุปกรณ์การทดลอง

การขึ้นรูปชิ้นงานแม่พิมพ์การหมุนขึ้นรูปมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 110 มิลลิเมตรR 70 มิลลิเมตรและความสูง 47.8 มิลลิเมตรโดยใช้ลูกล้อเหล็กที่ใช้รีดขึ้นรูปมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 × 20 มิลลิเมตรรัศมีมนของลูกล้อ 4 มิลลิเมตรโดยมีแม่พิมพ์หมุนขึ้นรูปขนาดØ 110มิลลิเมตรรัศมีโค้งR 70 mm ดังรูปที่2 ลูกรีด ขนาด Ø 80 x 20 มิลลิเมตร รัศมีมนลูกรีด 4 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3

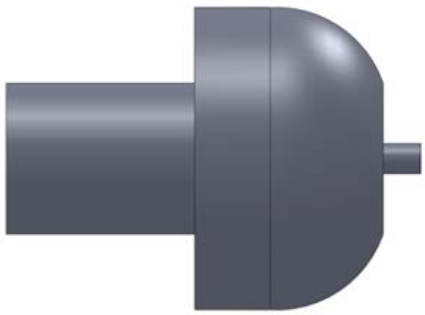

Figure 2 รูปด้านข้างแม่พิมพ์หมุนขึ้นรูป

Figure 3 รูปด้านข้างและภาพด้านข้างลูกรีด

การทดลองเพื่อเก็บข้อมูล

ในงานวิจัยจะใช้ระดับนัยสำคัญα0.05 โดยใช้ปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อการทดลองจากการศึกษาตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อความหนาของรูปถ้วยอลูมิเนียมที่ขึ้นรูปด้วยกระบวนการหมุนขึ้นรูปในการทำงานจะวิเคราะห์โดยการนำถ้วยอลูมิเนียมที่ขึ้นรูปแล้วมาตัดครึ่งเพื่อวัดความค่าหนาที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดโดยเวอร์เนียคาลิปเปอร์

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ผลกระทบหลักที่ส่งผลต่อความหนาของการขึ้นรูปจุดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3

การวิเคราะห์จะใช้โปรแกรมMinitab เพื่อคำนวณหาผลกระทบของปัจจัยที่ส่งผลต่อความหนาของรูปถ้วยอลูมิเนียมที่ขึ้นรูปด้วยกระบวนการหมุนขึ้นรูปโดยการพิจารณาปัจจัยที่มีนัยสำคัญจากพิจารณาจากค่าP-Value ที่มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่α 0.05ซึ่งพบว่าไม่มีปัจจัยใดๆปัจจัยที่ส่งผลต่อความหนาของรูปถ้วยอลูมิเนียมที่ขึ้นรูปด้วยกระบวนการหมุนขึ้นรูปเรื่องจากตำแหน่งดังกล่าวไม่ได้สัมผัสลูกกลิ้งที่ใช้ขึ้นรูป ดังภาพที่ 4 ภาพที่ 5 และภาพที่ 6

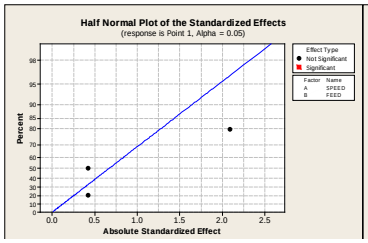

Figure 4 กราฟแสดงนัยสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อจุดที่ 1

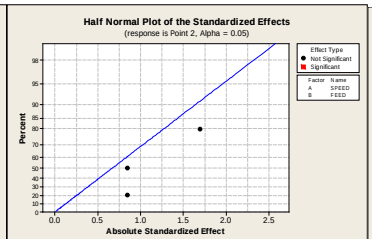

Figure 5 กราฟแสดงนัยสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อจุดที่ 2

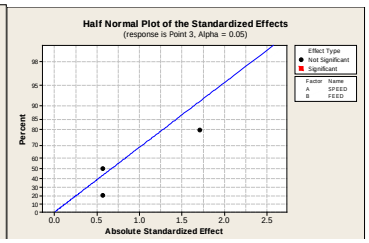

Figure 6 กราฟแสดงนัยสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อจุดที่ 3

วิเคราะห์ผลกระทบหลักที่ส่งผลต่อความหนาของการขึ้นรูปจุดที่ 4ถึงจุดท 10

การวิเคราะห์จะใช้โปรแกรมMinitab เพื่อคำนวณหาผลกระทบของปัจจัยที่ส่งผลต่อความหนาของรูปถ้วยอลูมิเนียมที่ขึ้นรูปด้วยกระบวนการหมุนขึ้นรูปโดยการพิจารณาปัจจัยที่มีนัยสำคัญจากพิจารณาจากค่าP-Value ที่มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่α0.05 ซึ่งพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อความหนาของรูปถ้วยอลูมิเนียมที่ขึ้นรูปด้วยกระบวนการหมุนขึ้นรูปคือ ปัจจัย B (อัตราการป้อน)ซึ่งส่งผลต่อความหนาของถ้วยอลูมิเนียมที่ขึ้นรูปด้วยการหมุนขึ้นรูปอย่างมีนัยสำคัญ ดังข้อมูลที่แสดงดังต่อไปนี้ซึ่งแสดงในตารางที่ 3 ถึง 9 และภาพที่ 10 ถึง 13

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลกระทบของปัจจัยในการขึ้นรูปจุดที่ 4

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		0.848	0.005	155.940	0.000
SPEED	-0.013	-0.007	0.005	-1.230	0.242
FEED	0.097	0.048	0.005	8.880	0.000
SPEED*FEED	-0.007	-0.003	0.005	-0.610	0.551
Ct Pt		0.007	0.009	0.710	0.492

S = 0.0188448 PRESS = 0.00800207

R-Sq = 86.22% R-Sq(pred) = 76.11% R-Sq(adj) = 81.98%

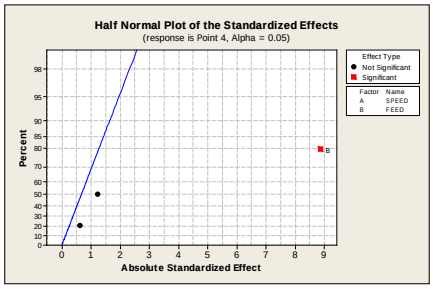

Figure 7 กราฟแสดงนัยสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อจุดที่ 4

ตารางที่ 4 ตารางแสดงผลกระทบของปัจจัยในการขึ้นรูปจุดที่ 5

Term	Effect	Coef	SECoef	T	P
Constant		0.735	0.008	94.350	0.000
SPEED	0.003	0.002	0.008	0.210	0.834
FEED	0.130	0.065	0.008	8.340	0.000
SPEED*FEED	-0.017	-0.008	0.008	-1.070	0.304
CtPt		0.012	0.013	0.860	0.403

S = 0.0269853 PRESS = 0.0174669

R-Sq = 84.63% R-Sq(pred) = 71.63% R-Sq(adj) = 79.90%

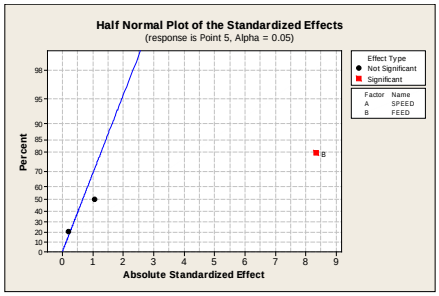

Figure 8 กราฟแสดงนัยสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อจุดที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางแสดงผลกระทบของปัจจัยในการขึ้นรูปจุดที่ 6

Term	Effect	Coef	SECoef	T	P
Constant		0.713	0.003	242.200	0.000
SPEED	0.012	0.006	0.003	1.980	0.069
FEED	0.188	0.094	0.003	32.010	0.000
SPEED*FEED	0.008	0.004	0.003	1.420	0.180
CtPt		-0.008	0.005	-1.470	0.165

S = 0.0101905 PRESS = 0.00243223

R-Sq = 98.76% R-Sq(pred) = 97.76% R-Sq(adj) = 98.37%

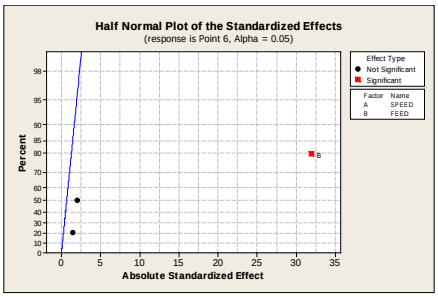

Figure 9 กราฟแสดงนัยสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อจุดที่ 6

ตารางที่ 6 ตารางแสดงผลกระทบของปัจจัยในการขึ้นรูปจุดที่ 7

Term	Effect	Coef	SECoef	T	P
Constant		0.704	0.006	112.920	0.000
SPEED	-0.002	-0.001	0.006	-0.130	0.896
FEED	0.205	0.103	0.006	16.440	0.000
SPEED*FEED	-0.005	-0.003	0.006	-0.400	0.695
CtPt		-0.021	0.011	-1.930	0.076

S = 0.0216025 PRESS = 0.0140640

R-Sq = 95.47% R-Sq(pred) = 89.50% R-Sq(adj) = 94.08%

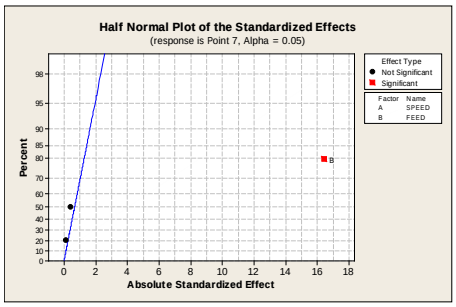

Figure 10 กราฟแสดงนัยสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อจุดที่ 7

ตารางที่ 7 ตารางแสดงผลกระทบของปัจจัยในการขึ้นรูปจุดที่ 8

Term	Effect	Coef	SECoef	T	P
Constant		0.698	0.006	123.200	0.000
SPEED	-0.012	-0.006	0.006	-1.030	0.322
FEED	0.155	0.078	0.006	13.690	0.000
SPEED*FEED	-0.005	-0.003	0.006	-0.440	0.666
CtPt		-0.024	0.010	-2.460	0.028

S = 0.0196116 PRESS = 0.0135831

R-Sq = 93.74% R-Sq(pred) = 83.00% R-Sq(adj) = 91.82%

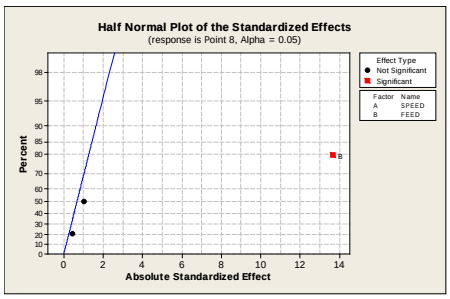

Figure 11 กราฟแสดงนัยสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อจุดที่ 8

ตารางที่ 8 ตารางแสดงผลกระทบของปัจจัยในการขึ้นรูปจุดที่ 9

Term	Effect	Coef	SECoef	T	P
Constant		0.871	0.005	158.940	0.000
SPEED	-0.002	-0.001	0.005	-0.150	0.881
FEED	0.138	0.069	0.005	12.620	0.000
SPEED*FEED	-0.005	-0.003	0.005	-0.460	0.656
CtPt		-0.019	0.009	-2.020	0.065

S = 0.0189804 PRESS = 0.0103165

R-Sq = 92.64% R-Sq(pred) = 83.79% R-Sq(adj) = 90.38%

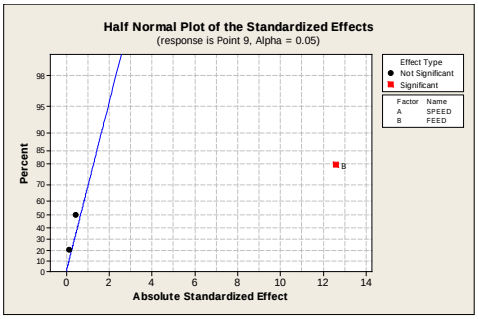

Figure 12 กราฟแสดงนัยสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อจุดที่ 9

ตารางที่ 9 ตารางแสดงผลกระทบของปัจจัยในการขึ้นรูปจุดที่ 10

Term	Effect	Coef	SECoef	T	P
Constant		1.063	0.005	229.460	0.000
SPEED	-0.017	-0.008	0.005	-1.800	0.095
FEED	0.077	0.038	0.005	8.270	0.000
SPEED*FEED	-0.007	-0.003	0.005	-0.720	0.485
CtPt		-0.005	0.008	-0.620	0.544

S = 0.0160528 PRESS = 0.00699174

R-Sq = 84.81% R-Sq(pred) = 68.29% R-Sq(adj) = 80.13%

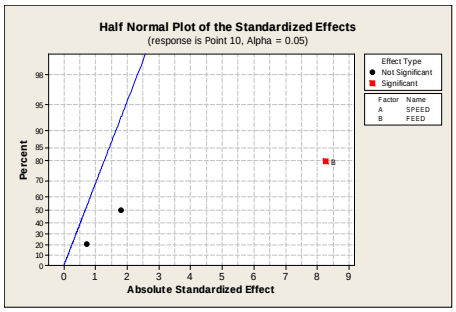

Figure 13 กราฟแสดงนัยสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อจุดที่ 10

สรุป

การหาผลกระทบและตรวจสอบนัยสำคัญโดยใช้ระดับ α 0.05 เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าปัจจัยหลักที่มีผลกระทบของความหนาของถ้วยอลูมิเนียม ได้แก่ปัจจัย B สำหรับผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยไม่มีผลและมีลักษณะของแบบจำลองเป็นส่วนตรงซึ่งสามารถนำข้อมูลมาสรุปผลได้ดังตารางที่ 10 ในส่วนของการวิเคราะห์ส่วนตกค้างเพื่อตรวจสอบความพอเพียงของแบบจำลองพบว่าการแจกแจงของข้อมูลมีการแจกแจงเป็นแบบปกติ ค่าส่วนตกค้างเมื่อของการทดลองเทียบกับค่าทำนายและเมื่อเทียบกับลำดับการทดลองเป็นแบบสุ่มมีความเป็นอิสระ มีความถูกต้องตามสมมุติฐานจึงสามารถนำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนไปใช้ได้

Table 10 สรุปข้อมูลการคัดกรองปัจจัยจากการทดลอง

สัญลักษณ์	ผลตอบของงานวิจัย	ปัจจัยที่ส่งผล		
		หลัก	ร่วม	ส่วนโค้ง
$\hat{y}_1$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 1	-	-	-
$\hat{y}_2$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 2	-	-	-
$\hat{y}_3$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 3	-	-	-
$\hat{y}_4$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 4	B	-	-
$\hat{y}_5$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 5	B	-	-
$\hat{y}_6$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 6	B	-	-
$\hat{y}_7$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 7	B	-	-
$\hat{y}_8$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 8	B	-	-
$\hat{y}_9$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 9	B	-	-
$\hat{y}_{10}$	ความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในจุดที่ 10	B	-	-

การหาสภาวะที่เหมาะสมที่ส่งผลต่อความหนาของการขึ้นรูป

หาเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสมที่สุดเพื่อให้การเปลี่ยนแปลงความหนาของถ้วยอลูมิเนียมโดยใช้ฟังก์ชัน Response Optimizer ของโปรแกรมมินิแทป ซึ่งจะไม่นำจุดที่ 1-3 มาร่วมในการวิเคราะห์ด้วยเนื่องจากเป็นจุดที่ไม่ได้โดนล้อรีดกระทำต่อพื้นผิว โดยกำหนดข้อจำกัดในการหาเงื่อนไขที่เหมาะสม การกำหนดค่าเป้าหมาย หรือค่าที่มีผลกระทบของความหนาของถ้วยอลูมิเนียมโดยงานวิจัยต้องการให้ค่าเกิดเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดจึงใช้การกำหนดเป็นแบบ Minimize ซึ่งจะต้องกำหนดค่าเป้าหมายของการเปลี่ยนแปลงความหนาของถ้วยอลูมิเนียมและค่าสูงสุดที่

อนุญาตให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ โดยในการกำหนดค่าเป้าหมายจะกำหนดค่าเป้าหมายเป็น 0.7 และค่าสูงสุดที่ยอมรับได้จะกำหนดจากการเปลี่ยนแปลงความหนาของถ้วยอลูมิเนียมซึ่งกำหนดไว้ที่ 1.2

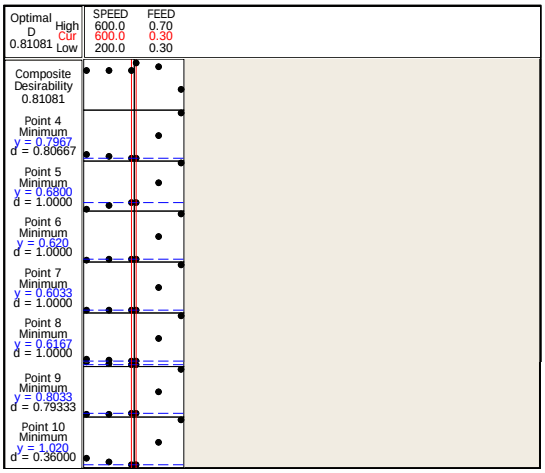

Figure 14 กราฟแสดงสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยในการขึ้นรูปถ้วยอลูมิเนียม

จากการใช้ฟังก์ชั่น Response Optimizer ของโปรแกรมมินิแทป เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยในการหมุนขึ้นที่จะทำให้การการเปลี่ยนแปลงความหนาของถ้วยอลูมิเนียมเกิดขึ้นน้อยที่สุด พบว่าระดับของปัจจัยที่เหมาะสมคือ การปรับความเร็วรอบควรปรับระดับสูงสุดคือ 600 รอบต่อนาที ค่าอัตราการป้อนเป็นระดับต่ำสุดคือ 0.3

การทดลองเพื่อยืนยันผล

จากเงื่อนไขสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยในการหมุนขึ้นที่จะทำให้การการเปลี่ยนแปลงความหนาของถ้วยอลูมิเนียมเกิดขึ้นน้อยที่สุดพบว่าระดับของปัจจัยที่เหมาะสมคือการปรับความเร็วรอบควรปรับระดับสูงสุดคือ600 รอบต่อนาทีค่าอัตราการป้อนเป็นระดับต่ำสุดคือ 0.3โดยเก็บข้อมูลการทดลองยืนยันผลครั้งละ 25 ข้อมูลในแต่ละผลตอบโดยจะใช้การทดลองแบบ T-Test ที่ระดับนัยสำคัญα0.05 เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยว่ามีค่าเท่ากับค่าจากการทำนาย ซึ่งจากผลการทดสอบสมมุติฐานโดยวิเคราะห์พบว่าค่าP-Value มากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่α0.05 สรุปว่าค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยในการหมุนขึ้นที่จะทำให้การการเปลี่ยนแปลงความหนาของถ้วยอลูมิเนียมเกิดขึ้นน้อยที่สุดและค่าที่ได้จากสมการทำนายผลมีค่าไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่าผลจากการทดลองมีความสอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยที่การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลสามารถลดจำนวนการทดลองได้ซึ่งสามารถลดการทดลองได้ และสามารถที่จะหาปัจจัยหลักและผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความหนาของถ้วยอลูมิเนียมในกระบวนการหมุนขึ้นรูป และสามารถสร้างสมการทำนายผลสำหรับแต่ผลตอบ รวมทั้งแบบหลายผลตอบได้ และจากข้อมูลการทดลองยืนยันผลพบว่าสมการที่ได้สามารถนำไปใช้ในการทำนายพฤติกรรมของกระบวนการได้อย่างถูกต้อง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณประจำปี 2558

เอกสารอ้างอิง

ณัฐศักดิ์ พรพุฒิศิริ และคณะ. 2546. การศึกษาอิทธิพลของรัศมีลูกกลิ้งหัวกดที่มีผลต่อการขึ้นรูปถ้วยอลูมิเนียมโดยกระบวนการหมุนรีดขึ้นรูปใน: การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการวันที่ 20-21 ตุลาคม 2554.

ซูไฮดี สนิและคณะ .2547. การวิเคราะห์การขึ้นรูปถ้วยอะลูมิเนียมโดยกระบวนการสปินนิ่ง ใน: การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 18 วันที่ 18-20 ตุลาคม 2547 จังหวัด-ขอนแก่น

รัชกุล กุลดิลก .2550. การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบชิ้นงานในขบวนการหล่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ควอด แฟล็ทโนลีด โดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง: รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2550

สมชาย ม้วนโคกสูง. 2553. การหาจุดที่เหมาะสมสำหรับการย้ำหมุดอลูมิเนียมโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง:รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2553

ศิริราศ สุขเกษม. 2553. การหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับวงจรทรานดิวเซอร์ในสถานีไฟฟ้าแรงสูงโดยการออกแบบการทดลอง : รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2553

เจษฎา ชัยโฉม. 2547. การวิเคราะห์การสปินนิ่งถ้วยอะลูมิเนียมทรงกรวยด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ใน:การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 18 วันที่ 18-20 ตุลาคม 2547 จังหวัด-ขอนแก่น

จิราวัลย์จิตรถเวช, หลักการสำคัญพื้นฐานในการออกแบบการทดลอง,การวางแผนและการวิเคราะห์การทดลอง

ปารเมศ ชุติมา .2545, การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียล, การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียล การออกแบบเศษส่วนแบบแฟกทอเรียลแบบสองระดับ:การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม (2545),217-293,315-354

B. Jiang Chena et.al.2006.Some results on blocked regular 2-level fractional factorial designs with clear effects. Journal of Statistical Planning and Inference, 136, 4436 – 4449

D.C. Mongomery.2009.Two-Level factorial designs, Two-Level fractional factorial designs, Response surface methodology. Design and analysis of experiment 7thEdition ,207-204,289-349,417-480.

D.C..Montgomory and G.C. Runger. 2003. Design of Experiments with Several Factors. Applied Sratistics and Probability for Engineers,549-555

D.C..Montgomory et.al. 2007. The Strategy of Experiment", Engineering Statistics,341-393

D.P. Obeng T et.al. 2005. Application of central composite rotatable design to modeling theeffect of some operating variables on the performance of the three-product cyclone .Int. J. Miner. Process.,76, 181– 192

E.E.M. van Berkuma et.al.2005. Fractional factorial designs for two-step production processes .Journal of Statistical Planning and Inference .132 ,53 – 62

G.E.P. Box,and J.S. Hunter. 1957. Multi-Factor Experimental Designs for Exploring Response Surfaces.the Annals of Mathematical Statistics, 28, 195-241