



เครื่องขึ้นรูปพลาสติกแบบหมุนเคลื่อนที่ สำหรับกลุ่มสถานประกอบการเกษตรขนาดกลางและขนาดย่อม The Mobile Rotation Molding of SMEs for Agricultural

ฐาปกรณ์ อุประ^{1*}, เกียรติศักดิ์ แสงประดิษฐ์²

Tapragon Ouprara^{1*}, Kiattisak Sangpradit²

¹ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี, 12110

*Corresponding author: Tel: +66-8-1493-2489 , E-mail: K.sangpradit@rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ในอดีตมนุษย์รู้จักนำเอาวัสดุจากธรรมชาติ เช่น ไม้ ก้อนหิน และโลหะ มาทำเป็นอาวุธหรือภาชนะอื่นๆ แต่ปัจจุบันได้มีการนำพลาสติกมาทดแทนวัสดุเหล่านั้นเป็นจำนวนมาก จึงทำให้พลาสติกกลายเป็นจุดเปลี่ยนของผลิตภัณฑ์ทดแทนวัสดุเดิมที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ ซึ่งอุตสาหกรรมทางการเกษตรเริ่มมีใช้เป็นจำนวนมาก โดยการนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น ภาชนะใส่อาหารสัตว์ กระจ่างปลูกต้นไม้พลาสติกทางการเกษตร โดยทั่วไปพลาสติกจะถูกขึ้นรูปด้วยกรรมวิธี การขึ้นรูปด้วยขบวนการฉีด การเป่า และการหล่อพลาสติกแบบหมุนโรโตโมลดิ้ง ซึ่งการขึ้นรูปแบบฉีดและแบบเป่าขึ้นรูป จะมีต้นทุนการผลิตที่ราคาสูงกว่าแบบหมุนโรโตโมลดิ้งมาก เราจึงได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่อง ขึ้นรูปพลาสติกแบบหมุนเคลื่อนที่ โดยใช้เครื่องหล่อพลาสติกแบบโรโตที่มีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำกว่าแบบวิธีอื่น โดยทั่วไปการขึ้นรูปพลาสติกแบบหมุน สามารถทำได้ใหญ่มากถึงมีขนาดตั้งแต่ 10 ลิตรถึง 30,000 ลิตร โดยเราได้เลือกทำการออกแบบและสร้างเครื่องขึ้นรูปจะเป็นขนาดเล็กเหมาะกับกลุ่มสถานประกอบการเกษตรขนาดกลางและขนาดย่อม ซึ่งสามารถขึ้นรูปชิ้นงานได้ตั้งแต่ 10 ลิตรถึง 200 ลิตร ใช้งานง่ายต้นทุนต่ำเหมาะกับอุตสาหกรรมเกษตรขนาดกลางและขนาดย่อม โดยเราได้ทำการทดสอบความเร็วรอบ และระยะเวลา ในการหล่อขึ้นรูปต่อน้ำหนักพลาสติก 5 กิโลกรัม อุณหภูมิ 180 องศา

คำสำคัญ: เครื่องหล่อพลาสติกแบบโรโตโมลดิ้ง, ขบวนการฉีด, การเป่า

Abstract

In the past, human beings used natural materials such as wood, stones and metal to make weapons or other containers. Today, plastic is used to replace these materials. As a result, plastic has become the turning point of the natural substitute products. The agricultural industry has become very popular. It is made into agricultural products such as food box, flower plastic bucket. In general, plastic is processed by injection molding, blow molding and rotomoulding. The injection molding and blow molding use cost of production is higher than the rotomoulding. We designed and built the plastic rotational molding machine because it used price operation lowers than other methods. Normally, rotary plastic molding can be very big. its size from 10 liters to 30,000 liters. In this research we have chosen to design small and medium size molding machine which is suitable for agricultural. Its size can be from 10 liters to 200 liters, easy to use, low cost, suitable for small and medium industries. We tested speed and molding time to 5 kg plastic weight at 180 degrees.

Keywords: Rotomoulding, Injection Molding, Blow Molding

1 บทนำ

เครื่องขึ้นรูปพลาสติกแบบหมุนเคลื่อนที่ ถูกออกแบบขึ้นเพื่อช่วยเกษตรกรในการสร้างผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่มีขนาดที่ใช้งานได้ง่ายและขึ้นรูปโปรตัสขึ้นงานได้อย่างรวดเร็ว เพื่อเพิ่มผลิตภัณฑ์ต่างๆที่เกี่ยวกับการเกษตร ซึ่งพลาสติกก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยตอบโจทย์ในการสร้างผลิตภัณฑ์ สินค้าที่ช่วยในภาคการเกษตร ในการเป็นวัตถุดิบหนึ่งในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์นั้น ซึ่งจะทำให้เกษตรกร มีเครื่องมือ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเบา และ

ราคาถูก กว่าที่ทำจากโลหะ ซึ่งโลหะนั้นก็มีย่าน้ำหนักมากกว่าพลาสติก และใช้ขบวนการในการขึ้นรูปที่แพงกว่า ยุ่งยากกว่าพลาสติกซึ่งสามารถขึ้นรูปโดยวิธีการทำให้ร้อนเพื่อให้พลาสติกละลายการเป็นของเหลว ซึ่งเรียกว่าโมล โดยที่ระบรูปร่างของชิ้นงานจะขึ้นอยู่กับโมลที่ได้ทำการออกแบบดีไซน์ ผลิตภัณฑ์นั้นๆ ในด้านการเกษตรโดยทั่วไปก็จะรู้จักกันในโปรตัสพลาสติกทำเป็นรูปทรงต่างๆ เช่น ถังน้ำ ถังน้ำยาเคมี ทุ่นลอยน้ำ เรือ เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่เราต้องพัฒนาผลิต การนำพลาสติกมาทำเป็น

โปรดักส์ทางการเกษตรซึ่งที่คิดว่าจะน่าจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรเป็นอย่างมากอีกตัวหนึ่งก็คือ อ่างเลี้ยงไส้เดือน โดยจะทำให้เกษตรกรได้มีรายได้จากการเลี้ยงไส้เดือนขาย โดยไส้เดือนนั้นก็จะกินดินถ่ายออกมาเป็นปุ๋ย ซึ่งถือได้ว่าเป็นปุ๋ยชั้นดีปราศจากสารเคมี กลายเป็นการทำเกษตรปุ๋ยอินทรีย์ไปในตัว ซึ่งเกษตรกรสามารถนำปุ๋ยที่ได้จากไส้เดือนมาใช้กับพืชผลทางการเกษตรได้ แล้วยังมีปุ๋ยจากไส้เดือนในขั้นตอนการเลี้ยงไส้เดือน ในระหว่างการเลี้ยง ซึ่งจะถูกเรียกว่าน้ำเมือกไส้เดือน โดยน้ำเมือกจากการเลี้ยงไส้เดือนสามารถนำมาทำเป็นปุ๋ยได้อีก ซึ่งนับว่าเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งทางด้านงานเกษตรที่หน้าสนใจ ที่จะต้องทำการพัฒนาตัวเครื่องหล่อพลาสติกให้เหมาะสมกับการใช้งานกับผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่ดีที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นให้เกิดเป็นเป็นรูปธรรมโดยสามารถทำงานได้จริงและเกิดประโยชน์ต่อวงการเกษตรไทยเป็นต้น ซึ่งจะช่วยเป็นการขับเคลื่อนประเทศอีกทางหนึ่งด้วย

2 อุปกรณ์และวิธีการ

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกโดยวิธีหมุนเหมาะสำหรับผลิตชิ้นงานภายในกลวงขนาดใหญ่ ซึ่งจะได้ชิ้นงานที่ไม่มีคม คิวงานเรียบร้อย ระยะเวลาการผลิตต่ำ และมีความหนาสม่ำเสมอ หลักการทำงานของเครื่องขึ้นรูปแบบนี้ประกอบด้วยขั้นตอนหลักดังนี้ คือ การใส่วัตถุดิบ (loading) วัตถุดิบที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นพลาสติกพวกเทอร์โมพลาสติก อาจจะมีลักษณะ เป็นของเหลวหรือ เป็นผงก็ได้ นำมาใส่เข้าไปในแม่พิมพ์กลวงหลังจากนั้นปิดฝาประกบแม่พิมพ์ การขึ้นรูปหรือการหลอมละลาย (molding หรือ curing) ย้ายแม่พิมพ์เข้าไปยังห้องร้อน เพื่อนำไปหมุน สองแกนพร้อมทั้งให้ความร้อนเพื่อให้พลาสติกเหลว และไหลเกลี่ยไปตามผิวภายในของแม่พิมพ์จนทั่วถึง ด้วยแรงโน้มถ่วง (ไม่ใช่แรงเหวี่ยง)แล้วทำให้เย็น (cooling) โดยอาจจะใช้อากาศเย็น หรือน้ำเย็นพ่นใส่แม่พิมพ์ แต่แม่พิมพ์จะต้องยังคงหมุนอยู่ เพื่อลดการหดตัวของชิ้นงานขณะทำการหล่อเย็นและการนำเอาชิ้นงานออก (unloading) จากนั้นเมื่อชิ้นงานแข็งตัวและคงรูปแล้ว ก็สามารถเปิดแม่พิมพ์ ออก เพื่อนำชิ้นงานออกได้



Figure 1 Material(LLDPE)

วิเคราะห์สมรรถนะการทำงานของเครื่องจากสมการที่ 1

$$F_c = \frac{w}{t} \quad (1)$$

โดย F_c = ความสามารถในการขึ้นรูปชิ้นงาน (kg/hr)

เมื่อ W = น้ำหนักของชิ้นงานก่อนหล่อได้หมด (kg)

t = เวลาที่ใช้ในการหล่อชิ้นงานทั้งหมด (hr)

อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

$$(kW - hr) = \frac{IVt}{1000} \quad (2)$$

เมื่อ I = กระแสไฟที่ใช้ (I)

V = โวลต์ที่ใช้ (V)

t = เวลา 1 ชั่วโมง

3. ผลและวิจารณ์

การทดสอบโดยเครื่องที่ถูกออกแบบพิเศษใช้มอเตอร์เกียร์ 1hp รอบที่ใช้ 20 รอบต่อนาทีที่สามารถปรับรอบในการหมุนแนวแกนนอนของชิ้นงานและมอเตอร์เกียร์ 2 hp 1:20 ต่อกับเกียร์ทด 1:60 รอบ/นาที ที่ใช้ในแนวแกนตั้งโดยเครื่องสามารถปรับความเร็วรอบได้ และทำการทดสอบค่าความเร็วรอบในแนวแกนนอน 10:15:20 รอบ/นาที ให้พลาสติกไหลทั่วทั้งโมลด์ได้อย่างเหมาะสม โดยได้ทำการทดสอบความเร็วรอบในแนวแกนนอน อย่างเดียว แนวแกนตั้งคงที่คือ 1.2 รอบ/นาที อุณหภูมิ 180องศาโดยใช้ระยะเวลาในการทดสอบ 5:10:15นาที่ ในการให้ความร้อน และเป่าเย็น 10 นาที ทดสอบกับเม็ดพลาสติก LLDPE น้ำหนัก 5 Kg กระจายปลุกต้นไม้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 เมตร สูง 0.5 เมตร



Figure 2 Rotomoulding and Plastic Parts

โดยการทดสอบทั้งหมด 9 ครั้ง แบ่งเป็น 3 ทรวด เวลา 5 นาที ใช้รอบ 10:15:20 rpm เวลาที่ใช้ทดสอบ 10 นาที ใช้รอบ 10:15:20rpm และ เวลาที่ใช้ทดสอบ 15 นาที ใช้รอบ 10:15:20 rpm ซึ่งจากการทดสอบ แบ่งผลการทดสอบเป็นการทดสอบโดยอ้างอิง เป็นชิ้นรูปได้สมบูรณ์ ชิ้นรูปไม่สมบูรณ์ และไม่สามารถขึ้นรูปได้ โดยตัวเครื่องจะมีชุดคอนโทรลในการควบคุมสามารถปรับความเร็วรอบได้ และ มีการควบคุมที่สามารถใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน เหมาะกับการนำไปใช้ในการผลิตภัณฑทางการเกษตร และผู้ที่สนใจในการนำไปต่อยอดธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม



Figure 3 Rotomoulding and Clontrol

Table 1 Variatiion of experimental results

Set	Time/Min	rpm	Results
A	5	10	INC
B	5	15	INC
C	5	20	N/A
D	10	10	INC
E	10	15	C
F	10	20	C
G	15	10	N/A
H	15	15	N/A
I	15	20	INC

C = Complete (ขึ้นรูปได้สมบูรณ์)

INC = Incomplete (ขึ้นรูปไม่สมบูรณ์)

N/A = Not applicable (ไม่สามารถขึ้นรูปได้)

4 สรุป

จากการทดลองสมรรถนะของเครื่องขึ้นรูปพลาสติกแบบหมุนเคลื่อนที่จะเห็นได้ว่าเวลาและความเร็วรอบมีผลต่อการขึ้นรูปซึ่งจากการทดสอบจะได้เวลาและความเร็วรอบที่เหมาะสมในการขึ้นรูปจะอยู่ที่ 10 นาที ความเร็วรอบ 15 และ 20 rpm สามารถขึ้นรูปได้ดี เนื่องจากเวลาในการหลอมพลาสติกอยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับความเร็วยรอบในการขึ้นรูป และจากตารางการทดสอบจะเห็นว่าถ้าเวลาน้อยเกินไปก็ไม่สามารถขึ้นรูปได้พลาสติกยังไม่ละลายหรือถ้าเวลามากเกินไปพลาสติกก็จะเกิดการไหม้ของเนื้อพลาสติกทำให้ขึ้นรูปไม่ได้

5 กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ผศ.ดร.เกียรติศักดิ์ แสงประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำ และติดตามการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบปริญญาบัตรครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทางด้านวิศวกรรมให้กับผู้วิจัย ตลอดจนพี่น้องร่วมชั้นในระดับปริญญาโท ที่ร่วมเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณสถานที่ อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทดสอบการทำวิจัย ขอขอบคุณเกษตรกรสำหรับข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย จนประสบความสำเร็จอย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และทุกๆคนในครอบครัวของข้าพเจ้าที่คอยดูแลให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ และเป็นกำลังใจที่ตลอดเวลาการทำวิจัยที่ผ่านมา รวมถึงคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ตั้งแต่เริ่มโครงการจนเสร็จสิ้นโครงการวิจัยท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจทั่วไป ส่วนข้อบกพร่อง ผู้วิจัยขอน้อมรับด้วยความยินดีเป็นอย่างยิ่ง

6 เอกสารอ้างอิง

- โครงสร้างอุตสาหกรรมพลาสติก แหล่งข้อมูล : <http://www2.dede.go.th/kmberc/datacenter/factory/plastic/chapter1-2.pdf>. เข้าถึงเมื่อ 11 มิถุนายน 2560
- กระบวนการผลิตพลาสติก แหล่งข้อมูล : <https://PE.wordpress.com>. เข้าถึงเมื่อ 11 มิถุนายน 2560
- ขั้นตอนการขึ้นรูปพลาสติก แหล่งข้อมูล : <http://www2.dede.go.th/kmberc/datacenter/factory/plastic/chapter1-2.pdf>. เข้าถึงเมื่อ 15 มิถุนายน 2560
- กระดาษต้นไม้พลาสติก แหล่งข้อมูล: <http://puechkaset.com>. เข้าถึงเมื่อ 6 กรกฎาคม 2560
- ปลูกต้นมะนาวในบ่อซีเมนต์ แหล่งข้อมูล : <https://home.kapook.com>. เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2560
- แปลงปลูกมะนาว แหล่งข้อมูล: <http://1.bp.blogspot.com/> เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2560