

การออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว

DESIGN AND CONSTRUCT PACKING MACHINE FOR LIQUID PRODUCT

ธีรภัทร หล่มบุญเรือง¹

พิสมัย พันธุ์อภัย²

สมชาย แยมใส³

^{1,2,3} อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์

ถนนรังสิต-นครนายก องครักษ์ นครนายก 26120

โทร. 0-2664-1000 ต่อ 2055 โทรสาร 037-322-609 e-mail : somchais@swu.ac.th

บทคัดย่อ: โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุภัณฑ์ชนิดผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว ลักษณะของเครื่องเป็นการบรรจุแบบแนวตั้ง โดยใช้แผ่นความร้อนให้ความร้อนในการผนึกซอง และทำงานร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ชุด ชุดแรกจะเป็นการผนึกด้านข้างของซองบรรจุและมอเตอร์ชุดที่สองจะทำหน้าที่ผนึกส่วนหัวและท้ายของซอง โดยมีลูกกลิ้งเป็นตัวป้อนแผ่นพลาสติกเข้าสู่ระบบ และรักษาความตึงของแผ่นพลาสติกด้วย ผลิตภัณฑ์ที่รอการบรรจุจะถูกใส่ไว้ในถังเก็บและมีระบบการจ่ายผลิตภัณฑ์ของเหลวด้วยวาล์วควบคุมอัตราการไหล

จากผลการทดสอบพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุเสร็จเรียบร้อยแล้วมีขนาด 10×3 เซนติเมตร (ความจุเท่ากับ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร) โดยจะใช้เวลาประมาณ 1.5 วินาทีต่อ 1 ซอง ซึ่งให้กำลังการผลิตที่พอเหมาะกับการบรรจุผลิตภัณฑ์

คำสำคัญ: การบรรจุ เครื่องบรรจุ แผ่นความร้อน ผลิตภัณฑ์ของเหลว การผนึก

ABSTRACT : This research aims to design and construct a packing machine for liquid product. It is packed horizontal and use heater for sealing food product. It is also work together with two electrical motors. The one motor driver mechanism side sealing and another control top-bottom sealing unit. In addition plastic film is feed by roller while try to control plastic tension continually. That liquid product is kept storage tank has flow control valve to maintain liquid product constantly.

By experiment that product in dimensions of 10×3 cm. (capacity 20 cm^3) for 1 piece containing take 1.5 second for 1 piece . That is a reasonable time for packaging.

KEYWORDS : Packing, Packing machine, Heater, Liquid product, Seal.

1. บทนำ

เนื่องจากสภาวะเศรษฐกิจของไทยในปัจจุบันจะทำอะไร อย่างต้องรีบเร่งและยิ่งประเทศไทยด้วยแล้วเป็นประเทศที่มีเกษตรกรเป็นพื้นฐานทางเศรษฐกิจทำให้มีการคิดค้นเครื่อง อำนวยความสะดวก รวดเร็ว และประหยัดแรงงานเพื่อให้สินค้ามีคุณภาพและเพิ่มมูลค่าของสินค้า โดยใช้เวลาในการทำงานที่รวดเร็วขึ้นทำงานที่ยุ่งยากให้เป็นเรื่องง่าย โดยการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาประยุกต์ใช้และปัจจุบันแรงงาน ก็มีราคาแพงขึ้นจึงทำให้คนหันมาสนใจใช้เทคโนโลยีเนื่องจากทำงานได้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ควบคุมง่าย ให้ผลผลิตมากค่าใช้จ่ายน้อยเมื่อเทียบกับแรงงานคนเครื่องห่อผลิตภัณฑ์ผลไม้กวนกึ่งอัตโนมัติเป็นอีกหนึ่งทางที่ตอบสนองความต้องการของมนุษย์

ในปัจจุบันในแง่ของการอำนวยความสะดวก สะอาด รวดเร็ว ปลอดภัย ประหยัดแรงงาน นอกจากนั้นยังช่วยส่งเสริมให้คนไทยหันมาบริโภคผลิตภัณฑ์แปรรูปทางการเกษตรมากขึ้นเพราะตัวผลิตภัณฑ์คู่ทันสมัย สะอาด นำรับประทานมากขึ้นและช่วยให้เกษตรกรมีรายได้ดีขึ้นและยังจะมีการนำไปใช้ ในกลุ่มแม่บ้านการเกษตรหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์แปรรูปทางการเกษตรอีกด้วย

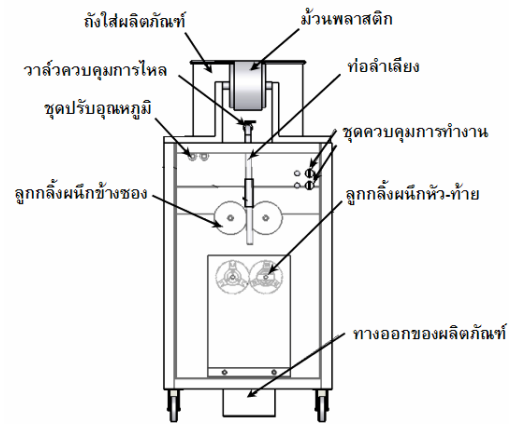
คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุภัณฑ์ที่สามารถบรรจุอาหารหรือผลิตภัณฑ์แปรรูปทางการเกษตรที่เป็นของเหลว

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

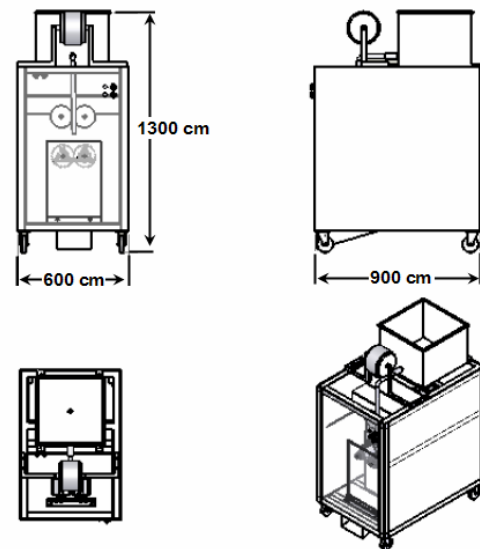
เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดของเหลว

3. การคำนวณและการออกแบบ

จากขอบเขตของงานวิจัยของการสร้างเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดของเหลวได้มีการกำหนดขนาดของบรรจุภัณฑ์สุดท้ายเป็นแบบของสี่เหลี่ยมที่มีขนาดความกว้าง 30 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร ที่อัตราการผลิต 40 ช่องต่อนาที

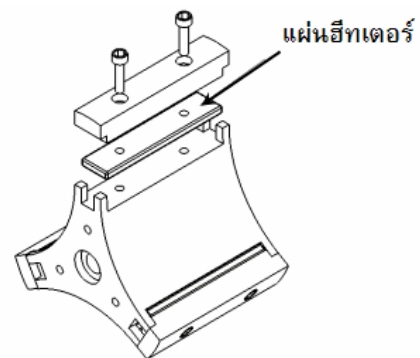


ภาพที่ 1 แสดงส่วนประกอบการทำงานของเครื่องบรรจุภัณฑ์

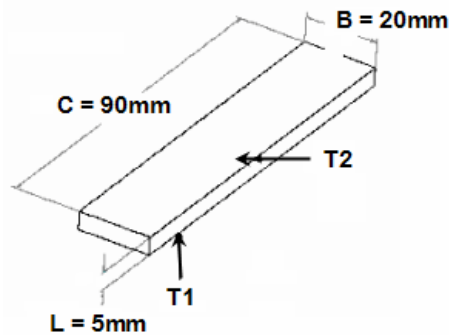


ภาพที่ 2 แสดงภาพหลายของเครื่องบรรจุภัณฑ์

3.1 การคำนวณหาปริมาณความร้อนของแผ่นความร้อนที่ใช้หมักหัวของและท้ายของบรรจุ [1]



ภาพที่ 3 ตำแหน่งการติดตั้งของแผ่นความร้อน



ภาพที่ 4 แผ่นประกบ

โดยหาค่าความร้อนรวม จากสมการ

$$Q_{tot} = Q_{cond} + Q_{conv} \quad (1)$$

และการหาค่าการนำความร้อน จากสมการ

$$Q_{cond} = \frac{KA(\Delta T)}{L} \quad (2)$$

โดย

L คือ ระยะการเคลื่อนที่เข้าผนังของ 0.005 m

C คือ ความยาวของแผ่นประกบเท่ากับ 0.09 m

B คือ ความกว้างของแผ่นประกบเท่ากับ 0.02 m

T_1 คือ อุณหภูมิผิวภายในแผ่นประกบ เท่ากับ 140°C

T_2 คือ อุณหภูมิผิวภายนอกของแผ่นประกบ เท่ากับ 120°C

T_{∞} คือ อุณหภูมิห้อง เท่ากับ 30°C

วัสดุทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม $K = 14.4 \text{ W/m.K}$ [3]

การพาความร้อนแบบอิสระ, อากาศ $h_c = 25 \text{ W/m.K}$ [3]

จากการคำนวณจากสมการ (1) และ (2)

จะได้ปริมาณความร้อนรวม (Q_{tot}) ของแผ่นความร้อน เท่ากับ 130.1 Watts

3.2 การหาขนาดของเฟืองส่งกำลัง

เมื่อเฟืองเป็นแบบ 20° FD กำหนดขนาดของโมดูล $m = 1$ และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของเฟือง (d_g) เท่ากับ 120 mm ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของเฟือง (C_o) เท่ากับ 120 mm การหาจำนวนฟันของเฟืองได้จาก

$$d_p = m \cdot N_p \quad (3)$$

การหาจำนวนฟันของเฟืองได้จาก

$$d_g = m \cdot N_g \quad (4)$$

โดย

d_p คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของเฟืองเท่ากับ 120 mm

C_o คือ ระยะห่างระหว่างเฟืองกับเพี้ยนเท่ากับ 120 mm

m คือ โมดูลของเฟืองและเพี้ยนเท่ากับ 1

เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิตช์ของเพี้ยนเท่ากับ

120mm

จากการคำนวณจากสมการ (3) และ (4)

จะได้จำนวนฟันของเพี้ยนและจำนวนฟันของเฟือง เท่ากับ 120 ฟัน และได้อัตราทด 1:1

3.3 กำหนดกำลังของมอเตอร์ [2]

จากสมการ

$$P_m = \frac{2\pi Tn}{60} \quad (5)$$

โดย

P_m คือ กำลังของมอเตอร์, Watt

T คือ แรงบิดจากมอเตอร์เท่ากับ 99.16 N

n คือ ความเร็วรอบของมอเตอร์เท่ากับ 14 rpm

จากการคำนวณจากสมการ (5)

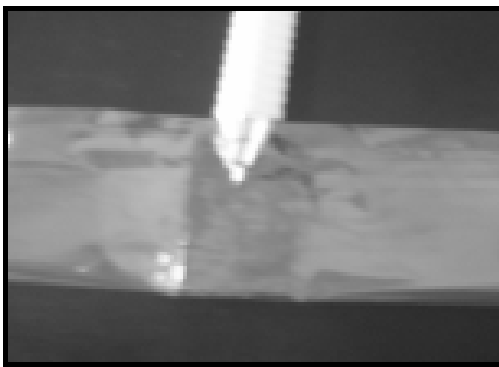
จะได้กำลังของมอเตอร์ = 18.72 Watts

เลือกขนาดของมอเตอร์เท่ากับ 0.025 hp

4. หลักการทำงาน

การทำงานของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ คือ เริ่มจากการนำม้วนพลาสติกที่มีความกว้าง 10 เซนติเมตร นำปลายของม้วนพลาสติกสอดเข้าตัวประกอบซึ่งทำหน้าที่ห่อม้วนพลาสติกให้อยู่ในลักษณะเตรียมการและตำแหน่งที่ต้องการก่อนเข้าลูกกลิ้งผนิกด้านข้าง ลูกกลิ้งผนิกด้านข้างมีหน้าที่ให้ความร้อนแก่แผ่นพลาสติก ทำให้แผ่นพลาสติกที่เป็นแผ่นติดกันเป็นทรงกระบอก ห่อหุ้มท่อลำเลียงผลิตภัณฑ์โดยใช้แผ่นความร้อนหรือฮีตเตอร์ที่ฝังไว้ในลูกกลิ้ง 1 ลูก จากจำนวนลูกกลิ้ง 2 ลูก และยังมีหน้าที่ดึงพลาสติกป้อนเข้าระบบ โดยการหมุนกลับทางกันของลูกกลิ้งโดยจะทำงานด้วยมอเตอร์เกียร์ จากนั้นพลาสติกที่ได้รับการผนิกด้านข้างเรียบร้อยแล้ว

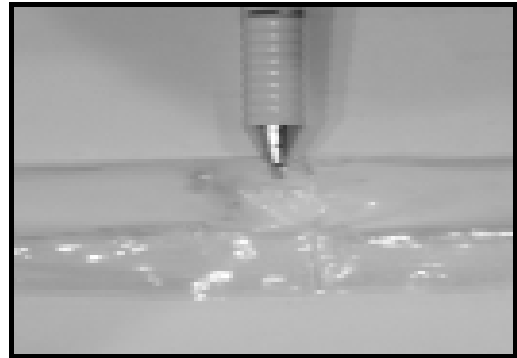
จะเลื่อนลงมาเข้าสู่ขั้นตอนการบรรจุผลิตภัณฑ์ แล้ว
 ผนึกหัวซองและท้ายซอง โดยขั้นตอนขณะเริ่มการ
 บรรจุจะต้องทำการผนึกหัวซองก่อนแล้วจึงทำการ
 ปลดปล่อยผลิตภัณฑ์ของเหลวผ่านท่อลำเลียง ซึ่งมีพลาสติก
 ที่ผนึกด้านข้างเรียบร้อยแล้วหุ้มอยู่ และมีการควบคุม
 ปริมาณของผลิตภัณฑ์โดยใช้วาล์วควบคุมอัตราการ
 ไหล และเข้าสู่ขั้นตอนการผนึกหัวซองและท้ายซอง
 โดยการผนึกจะใช้ความร้อนจากแผ่นความร้อนหรือฮีท
 เตอร์เป็นตัวผนึก การผนึกหัวซองและท้ายซองจะ
 ทำงานสัมพันธ์กับลูกกลิ้งผนึกด้านข้างซึ่งการทำงาน
 ของเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์จะเป็นการทำงาน
 แบบต่อเนื่องจนกว่าจะหยุดการทำงาน



ภาพที่ 6 การผนึกถุงเปล่า



ภาพที่ 7 การบรรจุผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวแบบต่างๆ



ภาพที่ 8 การบรรจุแป้งผสมน้ำที่มีความหนืดมาก

5. ขั้นตอนการทำงาน

- 5.1 ตรวจสอบความพร้อมของเครื่อง
- 5.2 สอดปลายของม้วนพลาสติกเข้าตัวประกอบ
- 5.3 เปิดสวิทช์ควบคุมฮีเตอร์ (รองจนกว่าความร้อน
จากแผ่นความร้อนเริ่มคงที่ โดยจะใช้เวลาประมาณ 15
นาที)
- 5.4 เปิดสวิทช์ควบคุมมอเตอร์ตัวผนึกด้านข้าง และ
หัว-ท้าย ของซอง
- 5.5 เปิดวาล์วควบคุมปริมาณการไหลของผลิตภัณฑ์

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

- จะแบ่งการทดสอบเป็น 4 ลักษณะ คือ
- 6.1 การทดสอบเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในผนึก
ซอง
 - 6.2 การทดสอบการผนึกของเปล่าที่ไม่มีการใส่
ผลิตภัณฑ์
 - 6.3 การทดสอบการผนึกของที่ใส่ผลิตภัณฑ์ที่มี
ความหนืด ซึ่งจะทดสอบโดยการใช้ของผสมคือแป้ง
ผสมกับน้ำในอัตราส่วน 2 : 1 ด้วย เทนทูเรชั่นกวนลง
ไปในซอง
 - 6.4 การทดสอบการผนึกของที่ใส่ผลิตภัณฑ์ที่เป็น
ของเหลวลงไปซองผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบคือ
น้ำ โดยจะวิเคราะห์ปัญหาจากลักษณะการทดสอบ
ได้แก่
 - 1) อุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการบรรจุ
 - 2) อัตราการผลิตของบรรจุ
 - 3) จำนวนของซองเสียทั้งหมดจากรอบการผลิต

7. ผลและการวิเคราะห์การวิจัย

7.1 การทดสอบเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในผนังของ

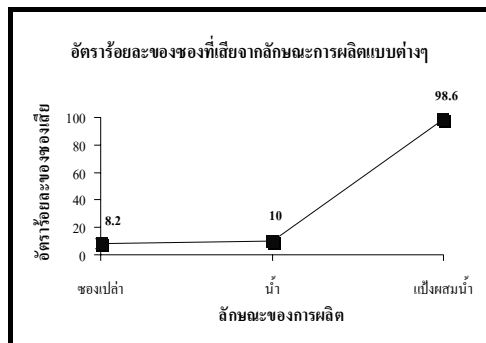
จากการทดสอบจะพบว่าอุณหภูมิในการผนังของพลาสติกที่เหมาะสมอยู่ที่ประมาณ 110 องศาเซลเซียส โดยที่ผนังถูกไม่ร้อนและไม่ขาด

7.2 การทดสอบเพื่อหาเวลาที่ใช้การผลิตต่อหน่วยและอัตราการผลิตต่อชั่วโมง

เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ใช้เวลาในการผนังผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดจนได้ของผลิตภัณฑ์โดยการผนังของจาก 3 ลักษณะ คือ การผนังของเปลว การผนังของแข็งผสมน้ำ การผนังน้ำ จะใช้เวลา 1.5 วินาทีเท่ากัน และเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการผลิตบรรจุผลิตภัณฑ์ได้ 2,400 ชิ้นต่อชั่วโมง

7.3 จำนวนของของเสียทั้งหมดจากรอบการผลิต

เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์จะมีการบรรจุซึ่งมีการทดสอบเปลี่ยนความหนืด ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่เสียจะมีลักษณะมีการรั่ว การบรรจุไม่ได้ขนาด ได้ทำการทดสอบผนัง 3 ชนิด ดังกราฟจากรูปที่ 1



ภาพที่ 9 แสดงอัตราร้อยละของของเสียที่เกิดจากการผลิต

8. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยฉบับนี้ได้ออกแบบพัฒนาและสร้างเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ชนิดของเหลวต้นแบบ

จากการทดสอบอัตราการผลิตบรรจุผลิตภัณฑ์จะพบว่าใช้เวลาประมาณ 1.5 วินาทีต่อหนึ่งของ โดยจะกำหนดลักษณะการผลิต คือ ของเปลว น้ำ และแข็งผสมน้ำ โดยสามารถให้อัตราการผลิตที่ 2,400 ของต่อชั่วโมง และของเสียที่เกิดจากการผลิตของทั้งสามชนิด คือ

8.1 ของเปลว มีของเสียที่อัตราร้อยละ 8.2

8.2 น้ำ มีของเสียที่อัตราร้อยละ 10

8.3 ของผสมที่เป็นแข็งผสมน้ำ มีของเสียที่อัตราร้อยละ 98.4

ทำให้สามารถประเมินได้ว่าเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์เครื่องนี้ไม่เหมาะกับการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดมาก เนื่องจากปัญหาในการปิดผนังหัวและท้ายของ เพราะแข็งผสมกับน้ำจะมีลักษณะเป็นของผสมกึ่งของเหลวที่ความหนืดมากกว่าน้ำและอากาศ เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์จึงไม่สามารถปิดผนังของผลิตภัณฑ์ได้สนิท เนื่องจากตัวผลิตภัณฑ์ติดค้างอยู่ตรงกลางระหว่างแผ่นพลาสติกขณะผนัง ซึ่งต่างจากผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดน้อยกว่า จะสามารถปิดผนังของได้ดีกว่า เพราะการไหลตัวที่เร็วกว่า

9. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายสมชาย เพ็ชรล้อมทอง นายสมนึก คุณเผือก นายสุธรรม ใจสุข และนายสุหทัย ศรีโหมคที่ช่วยเหลือการเก็บข้อมูลการทดสอบและขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มศว ที่ช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ในการวิจัยให้เป็นไปด้วยดี

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] วริทธิ์ อังภากรณ์, ชาญ ถนัดงาน, 2534. การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 10, บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- [2] วริทธิ์ อังภากรณ์, ชาญ ถนัดงาน, 2536. การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 6, บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- [3] สุนันท์ ศรีชนนิตย์, การถ่ายเทความร้อน, พิมพ์ครั้งที่ 1, บริษัทดวงกมลนุก จำกัด.
- [4] พรจิต ประทุมสุวรรณ, 2537. เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์, กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.
- [5] Hamrock, Schmid and Jacobson, 2005. Fundamentals of machine elements, 2 nd. Edition, McGRAW-Hill.