การประดิษฐ์เครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม

The invention of the aluminum can compression machine

นางสาวญาณิศา สุวรรณ์

MS. YANISA SUWAN

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมออกแบบการผลิตและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The invention of the aluminum can compression machine

MS. YANISA SUWAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFMENT

OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN

PRODUCTION DESIGN AND MATERIALS ENGINEERING

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การประดิษฐ์เครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม

The invention of the aluminum can compression machine

นักศึกษา นางสาวญาณิศา สุวรรณ์ รหัสประจำตัว 62010226

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมออกแบบการผลิตและวัสดุ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(ดร. พลชัย โชติปรายนกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การประดิษฐ์เครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม
นักศึกษา	นางสาวญาณิศา สุวรรณ์
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมออกแบบการผลิตและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ดร. พลชัย โชติปรายนกุล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบและคำนวณเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียมให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและสามารถนำไปใช้งานได้จริง นอกจากนั้นยังศึกษาถึงแรงอัดมีผลต่อการได้คืนกลับของอลูมิเนียมมากน้อยแค่ไหน ขั้นตอนการทดลองคือนำไปอัดด้วยแรงมากสุด ปานกลาง และน้อยสุดตามลำดับ หลังจากนั้นจึงนำไปหลอมโดยเตาหลอมและนำมาคำนวณหาค่าคืนกลับของอลูมิเนียม โดยผลการวิจัยพบว่าการออกแบบเครื่องอัดสามารถนำไปใช้งานได้จริง และยังสามารถอัดกระป๋องอลูมิเนียมได้มากกว่า 1 ขนาดแต่ก็ยังมีข้อบกพร่องที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ และผลการทดสอบอัดด้วยแรงที่ต่างกันนั้น จากการหลอมจะได้น้ำหนักอลูมิเนียม 30 กรัม 25 กรัม และ 25 กรัม ตามลำดับ จะเห็นว่าต่างกันซึ่งอาจสรุปได้ว่าแรงอัดมีผลต่อการคืนกลับของอลูมิเนียม

คำสำคัญ : เครื่องอัดกระป๋อง, อลูมิเนียม, กระป๋องอลูมิเนียม, แรงอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The invention of the aluminum can compression machine
Student	Ms. Yanisa Suwan
Degree	Bachelor of Engineering in Production Design and Materials Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2022
Thesis Advisor	Dr. Pholchai Chotiprayanakul

ABSTRACT

In this study, to design and calculate an aluminum can compression machine for maximum efficiency and practicality. In addition, it also studied how compressive strength affects the recovery of aluminum. The experimental procedure was to compress with the highest, medium and lowest strength respectively. After that, it will be smelted by a melting furnace and used to calculate the return value of aluminum. The research results showed that Compact design can be practical and also able to compress more than 1 size of aluminum cans, but there are still flaws that can be further developed and the results of the compression test with different strengths from melting, the weight of aluminum is 30 grams, 25 grams, and 25 grams, respectively. It can be seen that they are different, which can be concluded that the compressive strength affects the return of aluminum.

Keywords: Compression Machine, Aluminum Cans, Crusher

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญานิพนธ์ “การประดิษฐ์เครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม” สามารถลุล่วงสำเร็จไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณอาจารย์พลชัย โชติปรายนกุล ที่อนุมัติเห็นชอบในการจัดทำโครงงาน และช่วยให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวคิด แนวทางในการทำโครงงานและเขียนรูปเล่มรายงาน ตลอดจนวิธีการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

นอกจากนี้ ขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาสถานที่ปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ขอขอบพระคุณ นายสิทธิชัย บุญกิจ และ นายกำธร สุขพิมาย ช่างเทคนิคและเจ้าหน้าที่วิจัยของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่คอยดูแลให้ความช่วยเหลือ ให้ข้อมูลคำแนะนำต่าง ๆ ตลอดการดำเนินงานวิจัย จนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

และสุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนตลอดมา ตลอดจนอาจารย์ และเพื่อน ๆ ทุกคนที่เกี่ยวข้องในความสำเร็จของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ญาณิศา สุวรรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูป ..... ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 3

1.4 ระยะการดำเนินงานวิจัย 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 นิยามศัพท์ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โปรแกรม Solidwork 4

2.2 อลูมิเนียม 5

2.3 แรงบิด 6

2.4 ทฤษฎีพีทาโกรัส 6

2.5 เตาหลอม 7

2.6 เครื่องกลึง 8

2.7 เครื่องเชื่อมซีโอทู 8

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 3.1 การออกแบบและคำนวณเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม 10

3.1.1 การออกแบบ 10

3.1.2 การคำนวณ 11

3.2 การดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ตัวโครงสร้างและช่องสำหรับใส่กระป๋องอลูมิเนียม 12
3.2.2 ตัวอัดกระป๋องอลูมิเนียม 16
3.2.3 พวงมาลัยใช้สำหรับหมุนอัด 19

บทที่ 4 การดำเนินงานและผลการดำเนินงาน

4.1 ขั้นตอนการดำเนินการทดลองเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม 22
4.1.1 ทดลองเพื่อหาแรงสูงสุดที่นำมาอัดกระป๋องอลูมิเนียม 22
4.1.2 ทดลองอัดและหลอมเพื่อหาค่าคืนกลับของอลูมิเนียมที่อัดด้วยแรงที่ต่างกัน 23

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 25
5.2 ข้อเสนอแนะ 25

เอกสารอ้างอิง.....26
ภาคผนวก ก ความสูงของกระป๋องเปล่าที่ถูกบีบอัดด้วยแรงที่ไม่เท่ากัน.....27
ภาคผนวก ข Drawing ของเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม.....31
ภาคผนวก ค ตารางและกราฟค่าการอัดกระป๋องอลูมิเนียม.....53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานเดือนสิงหาคม 2565 – เดือนกรกฎาคม 2566 2
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองค่าคืนกลับของอลูมิเนียม.....23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ปริมาณขยะมูลฝอยปี 2553-2564 1
รูปที่ 2.1 ตัวอย่างการทำงานของ SOLIDWORKS (3D CAD Models) 5
รูปที่ 2.2 วัสดุหรือภาชนะอลูมิเนียมที่เกี่ยวข้องกับอาหาร 5
รูปที่ 2.3 แรงบิด 6
รูปที่ 2.4 ทฤษฎีพีทาโกรัส 6
รูปที่ 2.5 ประเภทของเตาเหนี่ยวนำ 7
รูปที่ 2.6 เตาความถี่สูงแบบ Crucible 7
รูปที่ 2.7 เครื่องกลึงยันศูนย์ (Engine Lathe) 8
รูปที่ 2.8 เครื่องเชื่อม CO2 หรือ ตู้เชื่อม MIG 9
รูปที่ 3.1 เครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม 10
รูปที่ 3.2 การคำนวณหาแรงในแนวดิ่ง 11
รูปที่ 3.3 ลำดับชิ้นส่วนการประกอบโครงสร้าง 11
รูปที่ 3.4 ตัวโครงสร้างและช่องสำหรับใส่กระป๋องอลูมิเนียม 12
รูปที่ 3.5 เครื่องตัด Plasma CNC 12
รูปที่ 3.6 ชิ้นส่วนที่ 1,2,4 และ 5 13
รูปที่ 3.7 การใช้เครื่องเจียรไฟฟ้าเจียรแผ่นเหล็กให้บาง 14
รูปที่ 3.8 พับชิ้นส่วนที่ 4 14
รูปที่ 3.9 เครื่องเชื่อม Mig 15
รูปที่ 3.10 ชิ้นส่วนตัวโครงสร้างหลังจากเชื่อมเสร็จ 15
รูปที่ 3.11 ตัวอัดกระป๋องอลูมิเนียม 16
รูปที่ 3.12 เจาะด้านล่างของชิ้นส่วนที่ 8 ด้วยเครื่องกลึง 16
รูปที่ 3.13 การต๊าปเกลียว 17
รูปที่ 3.14 ชิ้นส่วนที่ 6 17
รูปที่ 3.15 การเจาะรูชิ้นส่วนที่ 6 18
รูปที่ 3.16 ตัวอัดกระป๋องอลูมิเนียมหลังประกอบเสร็จ 18
รูปที่ 3.17 พวงมาลัยสำหรับอัด 19
รูปที่ 3.18 เจาะรูชิ้นส่วนที่ 9 19
รูปที่ 3.19 เจาะด้านบนของชิ้นส่วนที่ 8 ด้วยเครื่องกลึง 20
รูปที่ 3.20 ต๊าปเกลียวชิ้นส่วนที่ 11 20
รูปที่ 3.21 พวงมาลัยสำหรับอัดหลังประกอบเสร็จ 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.22 รูปเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียมที่สมบูรณ์ 21
รูปที่ 4.1 เครื่องทดสอบแรงแบบเสาคู่ 22
รูปที่ 4.2 กราฟผลการทดลองค่าสูงสุดที่กระป๋องจะถูกบีบอัด 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาการประดิษฐ์เครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม กล่าวถึงรายละเอียดความเป็นมาและความสำคัญของการจัดทำปริญญานิพนธ์ วัตถุประสงค์ และขอบเขตปริญญานิพนธ์ ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.4 ระยะการดำเนินงานวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

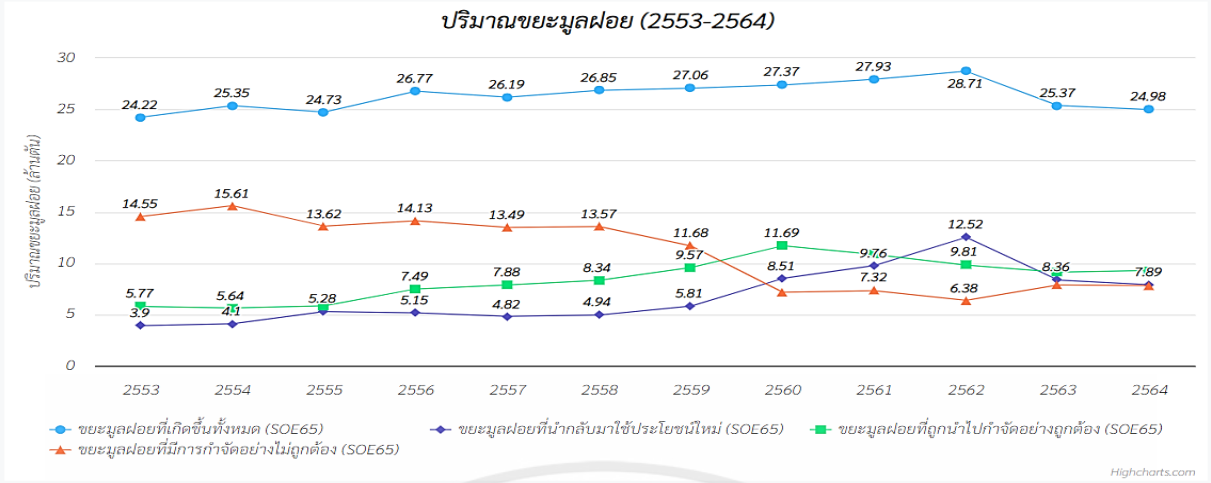
1.6 นิยามศัพท์

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันที่เทคโนโลยีก้าวหน้าและเกิดสิ่งของที่อำนวยความสะดวกสบายให้กับมนุษย์มากมาย ผลเสียที่ตามมาจึงทำให้เกิดจำนวนขยะในปริมาณที่มากขึ้นไปด้วย โดยเฉพาะขยะทั่วไป ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย ซึ่งขยะเหล่านี้ถ้าไม่ได้รับการจัดการที่ถูกต้องอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้ คือ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลง และพาหะของโรค, เป็นบ่อเกิดของโรค, ก่อให้เกิดความรำคาญ, ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และทำให้เกิดการเสี่ยงต่อสุขภาพในระยะยาวอีกด้วย

จากการศึกษาข้อมูล 12 ปีย้อนหลังของขยะมูลฝอยในประเทศไทยพบว่า อัตราการเกิดขยะมูลฝอยมีแนวโน้มการเพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ปี แต่ขยะที่ถูกกำจัดอย่างถูกวิธีและขยะรีไซเคิลก็มีแนวโน้มการเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน ดังรูปที่ 1.1 ซึ่งขยะที่ถูกนำไปรีไซเคิลคิดเป็นค่าเฉลี่ย 25.68% ต่อปีและมีมากถึง 43.6% ต่อปี [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 ปริมาณขยะมูลฝอยปี 2553-2564

ขยะรีไซเคิล คือ ขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำอีกครั้งได้ โดยผ่านกระบวนการการรีไซเคิล คือ การนำของเสียหรือวัสดุที่ใช้แล้วมาผ่านกระบวนการแปรรูปหรือปรับปรุงคุณภาพ เพื่อให้ของเสียกลับมามีคุณภาพเทียบเท่าหรือใกล้เคียงของเดิม หรือให้ได้วัตถุดิบใหม่ หรืออาจกลายเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ จากการศึกษาพบว่าปัจจุบันขยะบรรจุภัณฑ์ที่มีการเก็บกลับไปรีไซเคิลสูงที่สุดก็คือกระป๋องอลูมิเนียม โดยในประเทศไทยกระป๋องอลูมิเนียมมี Recycling Rate อยู่ที่ 85%, เยอรมนี 99%, สวิสเซอร์แลนด์ 94% และนอร์เวย์ 95% เป็นต้น [2] เนื่องจากกระป๋องอลูมิเนียมเป็น Mono-material คือไม่มีวัสดุอื่นเจือปน จึงทำให้รีไซเคิลได้ง่ายโดยการบีบอัดและนำไปหลอม แต่การอัดกระป๋องให้มีนั้นทำได้หลายแบบตั้งแต่การอัดด้วยตัวเองไปจนถึงการใช้เครื่องมือเข้ามาช่วย ทำให้กระป๋องที่ถูกอัดมีปริมาตรต่างกัน เมื่อนำไปหลอมจึงอาจทำให้ได้อลูมิเนียมกลับคืนมาในปริมาณที่ต่างกัน นอกจากนี้ปริมาตรที่ต่างกันอาจมีผลต่อการขนส่งอีกด้วย

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จึงเสนอการออกแบบและประดิษฐ์เครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียมไปจนถึงการหาผลลัพธ์วิธีการอัดที่ทำให้สามารถได้อลูมิเนียมกลับคืนมาได้อย่างสูงที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อออกแบบเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม
2. เพื่อศึกษาและทดลองวิธีการหลอมอลูมิเนียมให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาภายในสถานที่ปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเท่านั้น

2. ศึกษาเกี่ยวกับกลไกการทำงานของเครื่องอัดกระป๋องเฉพาะกระป๋องอลูมิเนียม และการหลอมอลูมิเนียมเท่านั้น

1.4 ระยะการดำเนินงานวิจัย

ระยะเวลาการดำเนินการ ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานเดือนสิงหาคม 2565 – เดือนกรกฎาคม 2566

ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	2565					2566						
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
1.ศึกษาและระบุหัวข้องานวิจัย ที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขตและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ												
2.จัดเตรียมวัสดุที่ใช้ในการทดลอง												
3.ออกแบบชิ้นงาน												
4.จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ ประกอบชิ้นงาน												
5.ทดลองการใช้งานและปรับปรุง												
6.เรียบเรียงเนื้อหาและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์												

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถพัฒนาเครื่องอัดกระป๋องให้ใช้งานได้ง่ายและมีการนำไปใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น

2. เพื่อศึกษากระบวนการหลอมโลหะ

3. อัตราการเพิ่มขึ้นของการรีไซเคิลกระป๋องอลูมิเนียม

1.6 นิยามศัพท์

1. อลูมิเนียม (Aluminum)

อลูมิเนียม (Aluminum) หมายถึง โลหะชนิดหนึ่ง ที่มีจุดหลอมเหลวสูง และมีคุณสมบัติที่ดีในการนำมาเป็นวัสดุหรือภาชนะที่เกี่ยวข้องกับอาหาร

2. ตะกรันอลูมิเนียม (Aluminum Dross)

ตะกรันอลูมิเนียม (Aluminum Dross) หมายถึง ของเสียจากการหลอมถลุงอะลูมิเนียม ซึ่งสามารถนำไปผ่านกระบวนการรีไซเคิลจนได้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้

3. ระยะพิชต์ (Pitch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะพิชต์ (Pitch) หมายถึง ระยะห่างระหว่างเกลียว หรือระยะห่างระหว่างยอดฟันเกลียวสองยอดที่อยู่ติดกัน

4. การหลอมเหลว (Melting)

การหลอมเหลว (Melting) หมายถึง กระบวนการที่ของแข็งกลายสถานะเป็นของเหลว เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อเพิ่มความร้อนให้กับของแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงองค์ความรู้ ทฤษฎีที่นำมาประยุกต์ใช้ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยดังนี้

2.1 โปรแกรม Solidworks

2.2 อลูมิเนียม

2.3 แรงบิด

2.4 ทฤษฎีพีทาโกรัส

2.5 เตาหลอม

2.6 เครื่องกลึง

2.7 เครื่องเชื่อมซีโอทู

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โปรแกรม Solidworks

SOLIDWORKS (3D CAD Models) เป็นโปรแกรมออกแบบ 3 มิติ สามารถออกแบบชิ้นงานได้คลอบคลุมทุกกลุ่มอุตสาหกรรม เป็นโปรแกรมเขียนแบบและออกแบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในงาน ออกแบบผลิตภัณฑ์ออกแบบเฟอร์นิเจอร์และออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล 3 มิติซึ่งมีฟังก์ชั่นการใช้งาน ดังนี้ [3]

1) การสร้าง Part Solid ใช้วิธีการและเทคโนโลยีของ Surface Modeling (NURBS)

2) Assembly Modeling สามารถประกอบชิ้นส่วน 3 มิติได้

3) Drawing สร้าง Drawing 2 มิติจาก 3 มิติโดยอัตโนมัติและ สามารถบันทึกไฟล์เป็น *dwg ได้

4) Simulation ใช้ทดสอบการเคลื่อนที่และตรวจสอบหาชิ้นส่วนที่ขัดกัน

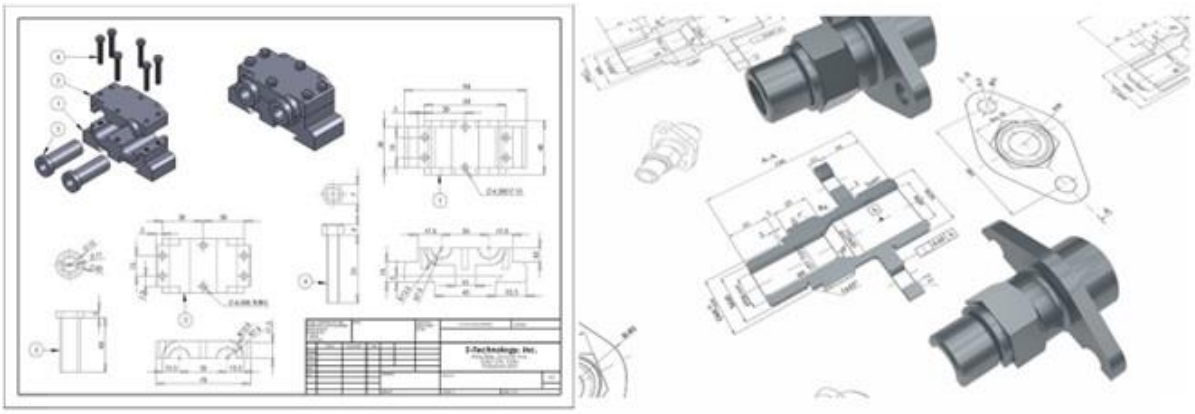
5) Animator สร้างภาพเคลื่อนไหวแสดงการทำงานของชิ้นส่วน หรือเครื่องจักรกล และสามารถบันทึกไฟล์เป็น *AVI (ไฟล์วีดิโอ)ได้

6) Sheet Metal สามารถสร้างงานพับแบบต่างๆ และทำแผนคลี่งานโลหะแผ่นได้

7) Module การใช้งานอื่นๆ เช่น การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น

ตัวอย่างการทำงานของ SOLIDWORKS (3D CAD Models) ดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างการทำงานของ SOLIDWORKS (3D CAD Models)

2.2 อลูมิเนียม

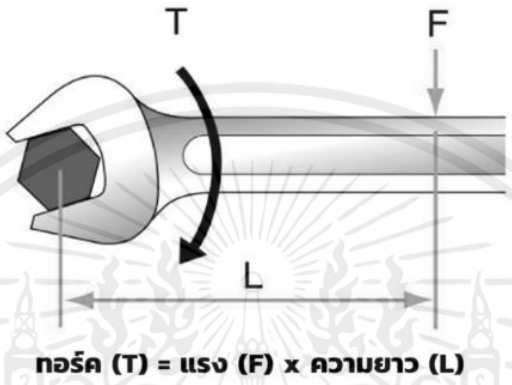
อลูมิเนียม คือ โลหะชนิดหนึ่ง มีจุดหลอมละลายที่ 660 องศาเซลเซียส เป็นโลหะที่มีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบา รับภาระน้ำหนักได้สูง สามารถขึ้นรูปได้ง่าย ไม่เสี่ยงต่อรอยร้าว และการแตกหัก ไม่เป็นสนิม ทนต่อการกัดกร่อน และไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ โดยเฉพาะการนำมาผสมกับโลหะอื่น ๆ แล้วจะทำให้คุณสมบัติต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น เช่น จุกหลอมเหลวของอลูมิเนียมผสมจะอยู่ที่ 1,140-1,205 องศาเซลเซียส จึงนิยมนำมาผลิตเป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ รวมถึงวัสดุหรือภาชนะที่เกี่ยวข้องกับอาหาร ดังรูปที่ 2.2 [4]

รูปที่ 2.2 วัสดุหรือภาชนะอลูมิเนียมที่เกี่ยวข้องกับอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แรงบิด

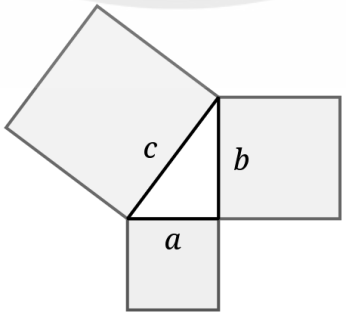
แรงบิด (Torque) คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุ ส่งผลให้วัตถุหมุนบิดไปตามทิศทางที่โดนกระทำ (แรง x ระยะทางที่วัดห่างจากจุดหมุนในแนวตั้งฉาก) แรงบิด (Torque) มีหน่วยอังกฤษเป็น ปอนด์-นิ้ว หรือ ปอนด์-ฟุต แต่ในทางวิศวกรรมมักนิยมใช้ในหน่วย SI คือ Nm สามารถคำนวณหาแรงบิดได้จากสูตร $\boldsymbol{\tau = r \times F}$ เมื่อ r คือ รัศมีการหมุนของวัตถุ หน่วยเป็นเมตร และ F คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกับรัศมีของการหมุน หน่วยเป็นนิวตัน



รูปที่ 2.3 แรงบิด

2.4 ทฤษฎีพีทาโกรัส

ทฤษฎีบทพีทาโกรัส คือหนึ่งในทฤษฎีของวิชาคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ในเรขาคณิตแบบยุคลิด ระหว่างด้านทั้งสามของสามเหลี่ยมมุมฉาก กำลังสองของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลรวมของกำลังสองของอีกสองด้านที่เหลือในแง่ของพื้นที่ กล่าวคือ ในสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ พื้นที่ของสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลรวมพื้นที่ของสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านเป็นด้านประชิดมุมฉากของสามเหลี่ยมมุมฉากนั้น ดังรูปที่ 2.3 ทฤษฎีบทดังกล่าวสามารถเขียนเป็นสมการสัมพันธ์กับความยาวของด้าน a, b และ c ได้ ซึ่งมักเรียกว่า สมการพีทาโกรัส คือ $a^2 + b^2 = c^2$ โดยที่ c เป็นความยาวด้านตรงข้ามมุมฉาก และ a และ b เป็นความยาวของอีกสองด้านที่เหลือ [5]

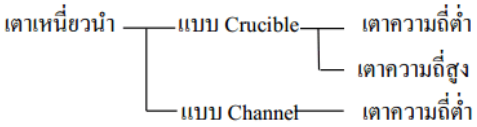


รูปที่ 2.4 ทฤษฎีพีทาโกรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เตาหลอม

เตาเหนี่ยวนำแบ่งตามโครงสร้างได้ดังรูปที่ 2.5 [6]



รูปที่ 2.5 ประเภทของเตาเหนี่ยวนำ

1) เตาความถี่ต่ำแบบ Crucible จะใช้แหล่งจ่ายไฟที่มีความถี่เท่ากับการไฟฟ้า ใช้ในการหลอมเหล็กหล่อ โลหะผสมทองแดง ฯลฯ เป็นหลัก

2) เตาความถี่สูงแบบ Crucible จะใช้แหล่งจ่ายไฟที่มีความถี่สูงกว่าการไฟฟ้า มีการรหลอมเหลวได้อย่างรวดเร็วเพราะมีความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าสูง ใช้ในการหลอม เหล็กหล่อ เหล็กกล้า โลหะผสมทองแดง โลหะผสม High Alloy ฯลฯ เป็นหลัก

3) เตาเหนี่ยวนำแบบ Crucible แบบนี้ประกอบด้วยห้องหลอมรูป Crucible ที่ทำด้วยวัสดุ ทนไฟและขดลวดให้ความร้อนแบบระบายความร้อน รอบนอกของขดลวดมีการติดตั้ง Yoke เพื่อทำให้เกิดวงจรแม่เหล็ก

4) เตาความถี่ต่ำแบบ Channel มีโครงสร้างที่มีขดลวดล้อมรอบ Channel เพื่อทำหน้าที่เป็นขดลวดทุติยภูมิ โดยส่วนหนึ่งของ Channel จะเชื่อมต่อกับห้องหลอม ใน Channel จะมีโลหะหลอมเหลวบรรจุอยู่เต็มตลอดเวลา และจะได้รับความร้อนจากกระแสลัดวงจรทุติยภูมิซึ่งถูกเหนี่ยวนำจากกระแสปฐมภูมิ ใช้ในการหลอมทองแดง อลูมิเนียม สังกะสี ฯลฯ ซึ่งมีจุดหลอมเหลวค่อนข้างต่ำ และใช้ในการรักษาอุณหภูมิและเพิ่มอุณหภูมิของ เหล็กหล่อ เป็นต้น

รูปที่ 2.6 เตาความถี่สูงแบบ Crucible

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 เครื่องกลึง

เครื่องกลึงแบบออกเป็น 4 ประเภทดังนี้ [7]

1) เครื่องกลึงที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ CNC (Computer Numerical Control) หรือ เครื่อง CNC Lathe มีระบบการทำงานที่ควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ การกลึงงานจะออกมาอย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถทำงานกลึงที่ซับซ้อนด้วยความแม่นยำสูงทำให้ชิ้นงานมีคุณภาพคงที่ จึงทำให้เหมาะกับการผลิตชิ้นงานประเภทเดียวกันเป็นจำนวนมาก

2) เครื่องกลึงยันศูนย์ (Engine Lathe) มักจะนิยมใช้ในงานทั่ว ๆ ไป เป็นเครื่องกลึงที่มีความเร็วรอบสูง ใช้กลึงงานได้หลายขนาดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ใหญ่เกินไป และยังสามารถกลึงงานได้หลายลักษณะ

3) เครื่องกลึงหน้าจาน (Facing Lathe) เป็นเครื่องกลึงที่ใช้การปาดหน้าชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ แต่มีความหนาไม่มากนัก

4) เครื่องกลึงเทอร์เรท (Turret Lathe) เป็นเครื่องกลึงที่มีหัวจับมีดหลายหัว ทำให้เหมาะกับงานที่มีรูปทรงเดียวกันเป็นจำนวนมาก ๆ

รูปที่ 2.7 เครื่องกลึงยันศูนย์ (Engine Lathe)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 เครื่องเชื่อมซีโอทู

ตู้เชื่อมหรือเครื่องเชื่อม เป็นเครื่องสำหรับงานช่างประเภทงานเชื่อม เป็นการเชื่อมด้วยไฟฟ้าผสานระหว่างโลหะเข้าด้วยกันหรือติดกัน วิธีการทำงานของตู้เชื่อมไฟฟ้าจะใช้ความร้อนที่เกิดจากการอาร์กของไฟฟ้าหลอมให้โลหะหรือเหล็ก เครื่องเชื่อมสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทได้ดังนี้ [8]

1) ตู้เชื่อมอาร์กอน หรือตู้เชื่อม TIG แบ่งได้ 2 แบบ ได้แก่ ตู้เชื่อม 2 ระบบ คือเชื่อมอาร์กอนและเชื่อมธูปหรือทั่วไปเรียกกันว่าเชื่อมเหล็ก กับตู้เชื่อม 3 ระบบ คือ เชื่อมอาร์กอน เชื่อมธูป และเชื่อมอลูมิเนียม หรือระบบ AC ที่เราเรียกกันทั่วๆ ไปว่า ตู้เชื่อมระบบ AC/DC

2) ตู้เชื่อมอินเวอร์เตอร์ หรือเครื่องเชื่อมไฟฟ้า (ARC/MMA) เป็นตู้เชื่อมที่เชื่อมเหล็กด้วยธูปเชื่อม สามารถเชื่อมได้ทั้งงานเหล็ก, สแตนเลส

3) เครื่องเชื่อม CO2 หรือ ตู้เชื่อม MIG เป็นเครื่องเชื่อมที่ใช้วิธีการป้อนเนื้อลวดลงที่ชิ้นงานโดยอัตโนมัติ ซึ่งเครื่องเชื่อม CO2 ชนิดนี้อาจจะใช้แก๊สผสมด้วยคาร์บอนก็ได้ขึ้นอยู่กับชิ้นงานที่ต้องการเชื่อม ข้อแตกต่างจากการเชื่อมอาร์กอน คือ เครื่องเชื่อม CO2 จะใช้ก๊าซ CO2 และไม่ต้องใช้คนป้อนลวดเหมือนเชื่อมอาร์กอน เชื่อมได้ทั้งเหล็ก สแตนเลสและอะลูมิเนียม แล้วแต่ลวดที่ป้อนจะเชื่อมชิ้นงาน ส่วนจะเชื่อมอะลูมิเนียม ก็ต้องมีการเปลี่ยนท่อนำลวด (Liner)

4) เครื่องตัดพลาสม่า (Plasma) หรือเครื่องตัด CUT เป็นตู้เชื่อมที่ต้องต่อกับปั๊มลม ใช้ลมช่วยในการตัด เครื่องตัดพลาสม่าสามารถตัดชิ้นงานที่เป็นโลหะได้ทุกชนิด แต่ความหนาไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความแข็งและเหนียวของโลหะ ซึ่งงานเหล็กจะตัดได้ความหนามากที่สุด รองลงมาคือสแตนเลส และอลูมิเนียม ตามลำดับ

รูปที่ 2.8 เครื่องเชื่อม CO2 หรือ ตู้เชื่อม MIG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดร.กุศล สมุทรคชรินทร์ [9] ได้ทำการพัฒนาสร้างเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียมให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยการนำระบไฮโดรลิกหรือความดันลมมาให้กับเครื่องอัดกระป๋อง เมื่อนำผลการทดลองมาทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกบเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียมตัวเก่าแล้ว สามารถทำงานได้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า

สมศักดิ์ สงวนเดือน และชัชวาล ธนันทา [10] ได้ทำการประดิษฐ์เครื่องบีบอัดภาชนะกระป๋องน้ำดื่มโดยไฮดรอลิกเป็นตัวบีบอัด ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เพื่อเป็นการลดจำนวนขยะประเภทโลหะ กระป๋องที่ใช้แล้วก็จะนำไปใช้ในการรีไซเคิลเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีสิ่งของตอบแทนให้กับผู้บริโภคเพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้บริโภคนำกระป๋องเบียร์และน้ำอัดลมมาทิ้งที่เครื่องบีบอัดภาชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการและขั้นตอนต่างๆ ในการดำเนินงานของงานวิจัยการประดิษฐ์เครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

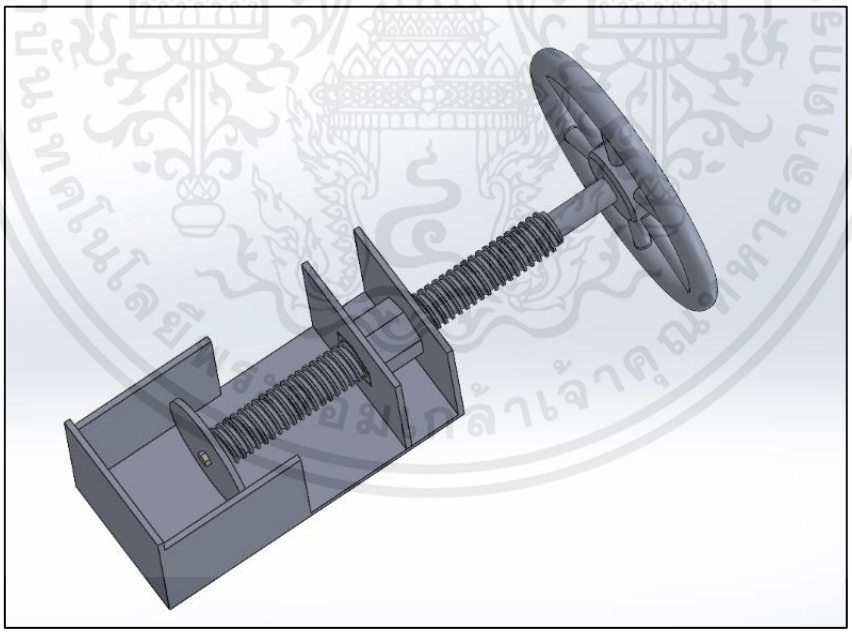
3.1 การออกแบบและคำนวณเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม

3.2 การดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม

3.1 การออกแบบและคำนวณเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม

3.1.1 การออกแบบ

ในการออกแบบเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียมนั้นจำเป็นวิเคราะห์และคำนวณก่อนการดำเนินการสร้างชิ้นงานขึ้นมา โดยต้องการออกแบบผ่านโปรแกรม Solidworks ให้เครื่องอัดสามารถอัดกระป๋องได้หลายขนาด ซึ่งกระป๋องอลูมิเนียมใหญ่ที่สุดจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร สูง 180 มิลลิเมตร และให้เครื่องอัดกระป๋องเป็นระบบที่ใช้การอัดด้วยมือ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 เครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม

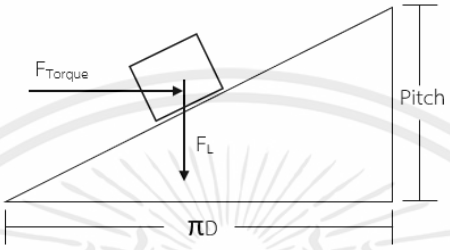
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การคำนวณ

การคำนวณหาแรงในแนวดิ่ง

การคำนวณหาแรงในแนวดิ่งเพื่อใช้สำหรับการเลือกระยะพิทช์ (Pitch) ของเกลียวแม่แรง โดยกำหนดให้มีค่าแรงบิดอย่างต่ำที่สุด 4.5 นิวตันเมตร จากนั้นนำไปแทนในสูตรดังนี้

$$F_L = \frac{2\pi \times Torque}{Pitch}$$

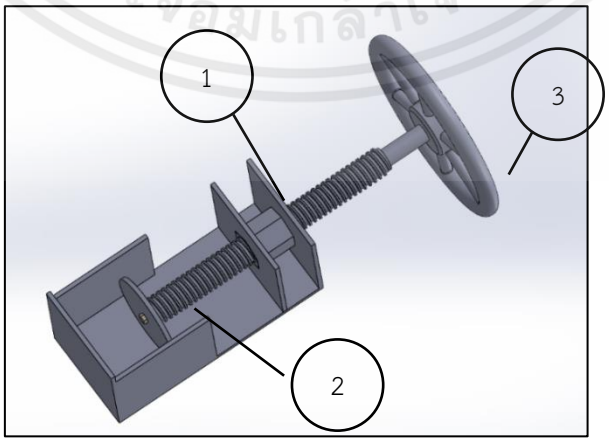


รูปที่ 3.2 การคำนวณหาแรงในแนวดิ่ง

จากการคำนวณโดยกำหนดให้แรงบิดมีค่า 4.5 นิวตันเมตร จะได้ระยะพิทช์ 6.35 มิลลิเมตร ได้แรงในแนวดิ่ง 4,452 นิวตัน ซึ่งเพียงพอต่อการกดอัดกระป๋องอลูมิเนียม (จากการทดลองหัวข้อ 4.1.1 ค่าสูงสุดที่กระป๋องจะถูกบีบอัดได้เท่ากับ 2,304.48 นิวตัน)

3.2 การดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม

เมื่อทำการออกแบบเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียมเสร็จแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การดำเนินการสร้าง ทำการเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือ โดยจะแยกสร้างออกเป็นแต่ละชิ้นส่วน ดังรูปที่ 3.3

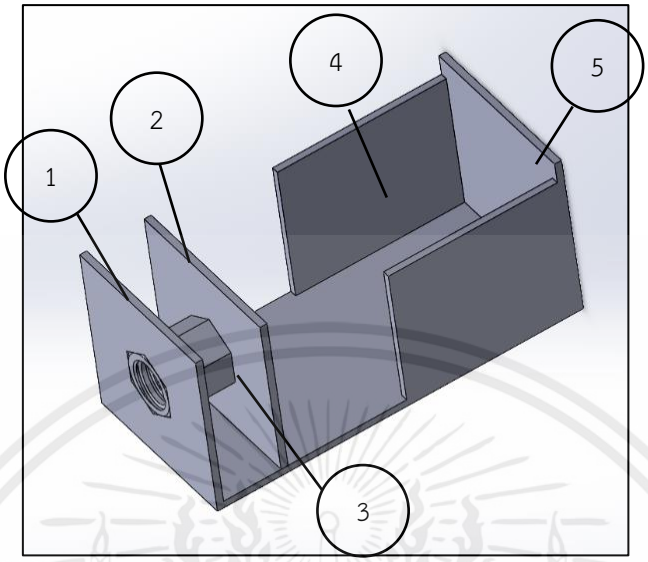


รูปที่ 3.3 ลำดับชิ้นส่วนการประกอบโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ตัวโครงสร้างและช่องสำหรับใส่กระป๋องอลูมิเนียม

โดยตัวโครงสร้างจะประกอบไปด้วย 5 ชิ้นส่วนย่อยดังรูปที่ 3.4 โดยมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

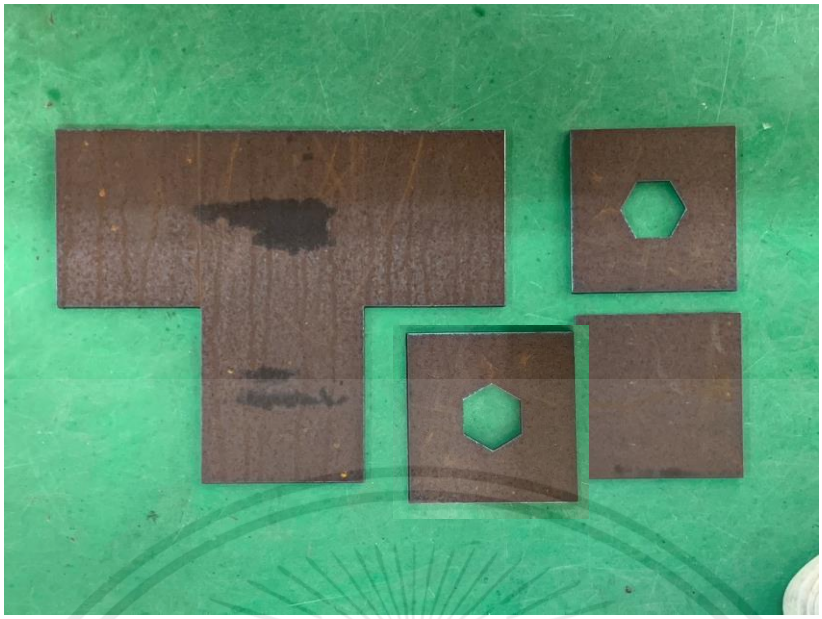


รูปที่ 3.4 ตัวโครงสร้างและช่องสำหรับใส่กระป๋องอลูมิเนียม

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ในขั้นตอนแรกจะเริ่มจากการนำแผ่นเหล็กหนา 3 มิลลิเมตร มาตัดโดยเครื่องตัด Plasma CNC เป็น 4 ชิ้นส่วนดังรูปที่ 3.6 จากนั้นนำตะไบขอบเพื่อลบความคมของชิ้นส่วน

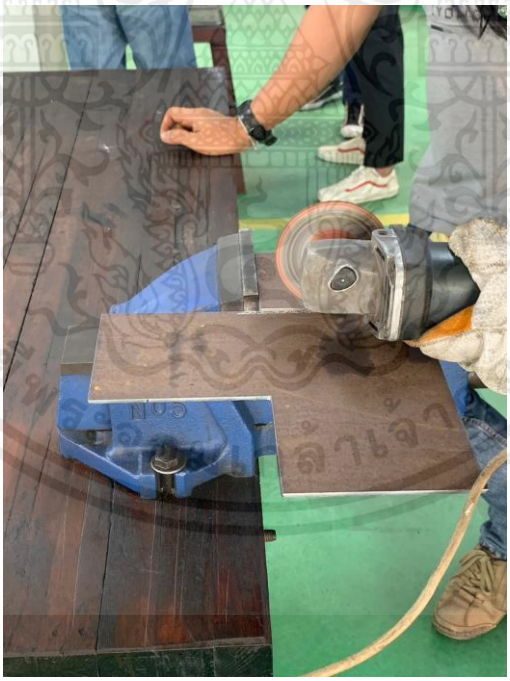
รูปที่ 3.5 เครื่องตัด Plasma CNC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ชิ้นส่วนที่ 1,2,4 และ 5

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> นำชิ้นส่วนที่ 4 มาเจียรให้มีความบางโดยใช้เครื่องเจียรไฟฟ้า และนำมาพับให้ได้รูปทรง ดังรูปที่ 3.8

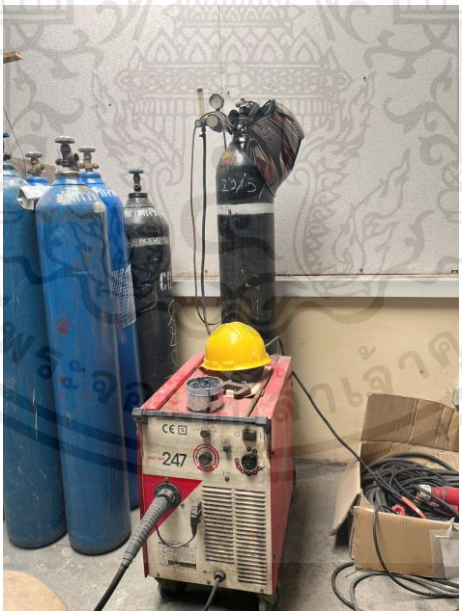


รูปที่ 3.7 การใช้เครื่องเจียรไฟฟ้าเจียรแผ่นเหล็กให้บาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 พับชิ้นส่วนที่ 4

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> นำชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดมาประกอบโดยการนำไปเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อม Mig และประกอบให้เป็นดังรูปที่ 3.10



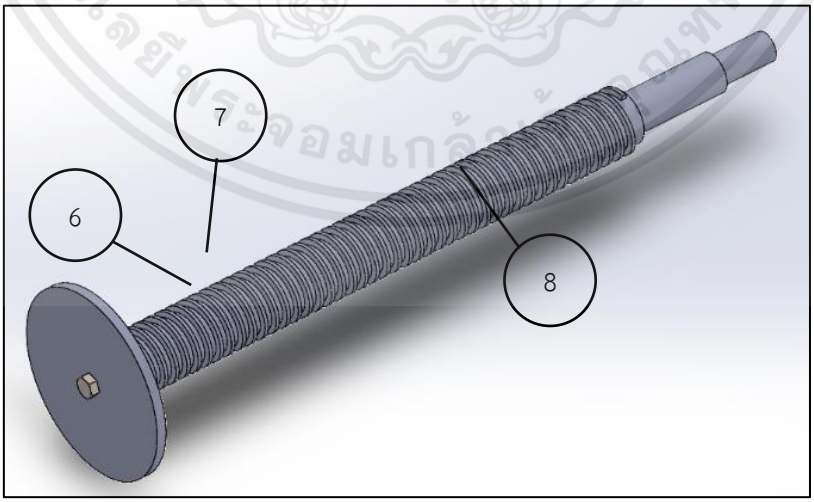
รูปที่ 3.9 เครื่องเชื่อม MIG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.10 ชิ้นส่วนตัวโครงสร้างหลังจากเชื่อมเสร็จ

3.2.2 ตัวอัดกระป๋องอลูมิเนียม

โดยตัวอัดกระป๋องอลูมิเนียมจะประกอบไปด้วย 3 ชิ้นส่วนย่อยดังรูปที่ 3.11 โดยมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้



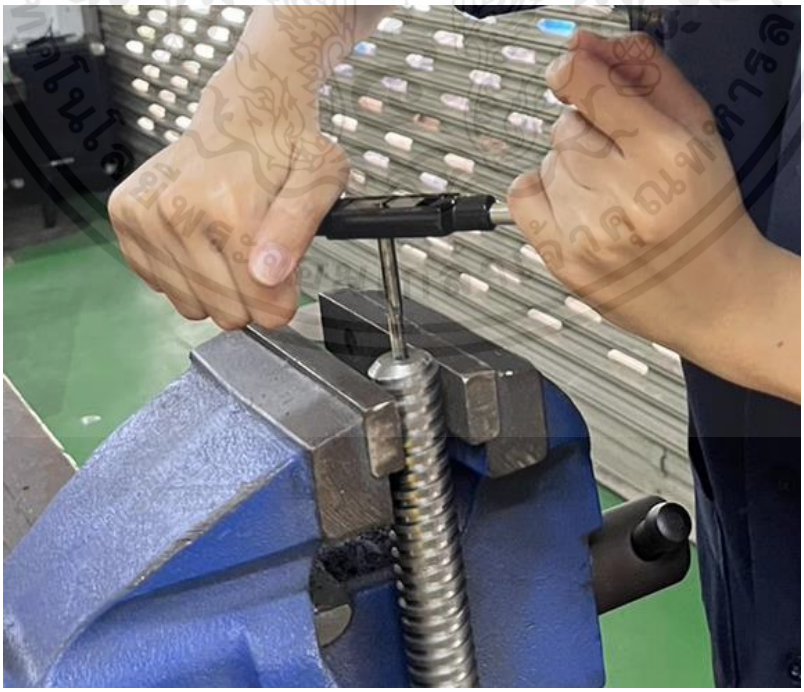
รูปที่ 3.11 ตัวอัดกระป๋องอลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ในขั้นนี้จะเริ่มจากการนำชิ้นส่วนที่ 8 หรือตัวเกลียวแม่แรงมาเจาะด้วยเครื่องกลึง โดยใช้ดอกสว่าน M5 ดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 เจาะด้านล่างของชิ้นส่วนที่ 8 ด้วยเครื่องกลึง

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> ต๊าปเกลียวด้วยดอกต๊าปขนาด M6 ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 การต๊าปเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 4 ตัดพาสม่าเป็นวงกลมที่มีรัศมี 4 นิ้ว เพื่อนำมาเป็นเป็นชิ้นส่วนที่ 6 ดังรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.14 ชิ้นส่วนที่ 6

ขั้นตอนที่ 5 เจาะรูตรงกลางแผ่นให้มีขนาด 6 มิลลิเมตร ด้วยสกรูหัวเหลี่ยมขนาด M6 ดังรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 การเจาะรูชิ้นส่วนที่ 6

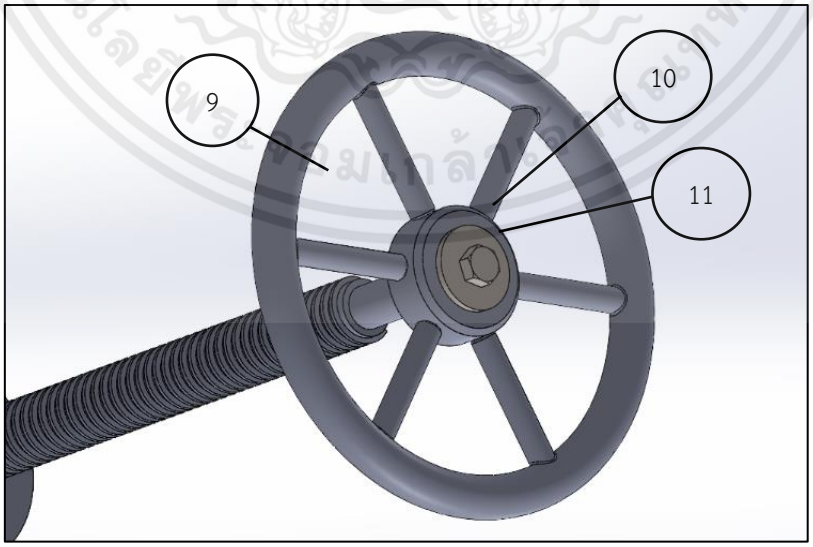
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ขั้นตอนที่ 6</u> นำชิ้นส่วนที่ 6, 7 และ 8 มาประกอบเข้าด้วยกัน ให้เป็นดังรูปที่ 3.16

รูปที่ 3.16 ตัวอัดกระป๋องอลูมิเนียมหลังประกอบเสร็จ

3.2.3 พวงมาลัยใช้สำหรับหมุนอัด

โดยตัวพวงมาลัยใช้สำหรับหมุนอัดจะประกอบไปด้วย 3 ชิ้นส่วนย่อยดังรูปที่ 3.17 โดยมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.17 พวงมาลัยสำหรับอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> พวงมาลัยขนาด 177.8 มิลลิเมตร นำมาเจาะรูให้มีขนาดใหญ่เพื่อนำไปใส่กับตัวเกลียวแม่แรง โดยใช้ดอกสว่าน M22 ดังรูปที่ 3.18

รูปที่ 3.18 เจาะรูชิ้นส่วนที่ 9

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> เจาะรูตรงกลางบริเวณปลายเกลียวแม่แรงดังรูปที่ 3.19 โดยใช้ดอกสว่านขนาด M9

รูปที่ 3.19 เจาะด้านบนของชิ้นส่วนที่ 8 ด้วยเครื่องกลึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> ทำการต๊าปเกลียวชิ้นส่วนที่ 11 ดังรูปที่ 3.20 โดยใช้ดอกต๊าปขนาด M10

รูปที่ 3.20 ต๊าปเกลียวชิ้นส่วนที่ 11

<u>ขั้นตอนที่ 4</u> นำชิ้นส่วนที่ 9 และ 11 มาประกอบเข้าด้วยกันและยึดให้แน่นด้วยชิ้นส่วนที่ 10 หรือวงแหวน เพื่อไม่ให้พวงมาลัยขยับอย่างอิสระเมื่อใช้งาน และสุดท้ายนำไปประกอบกับตัวอัดกระป๋องอลูมิเนียม ดังรูปที่ 3.22

รูปที่ 3.21 พวงมาลัยสำหรับอัดหลังประกอบเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.22 รูปเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียมที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การดำเนินงานและผลการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการดำเนินการทดลองทั้งหมดที่ได้ทำในงานวิจัยการประดิษฐ์เครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม โดยผลการทดลองแสดงดังหัวข้อต่อไปนี้

4.1 ขั้นตอนการดำเนินการทดลองเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม

4.2 ผลการดำเนินงาน

4.1 ขั้นตอนการดำเนินการทดลองเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม

ในการทดลงจะแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

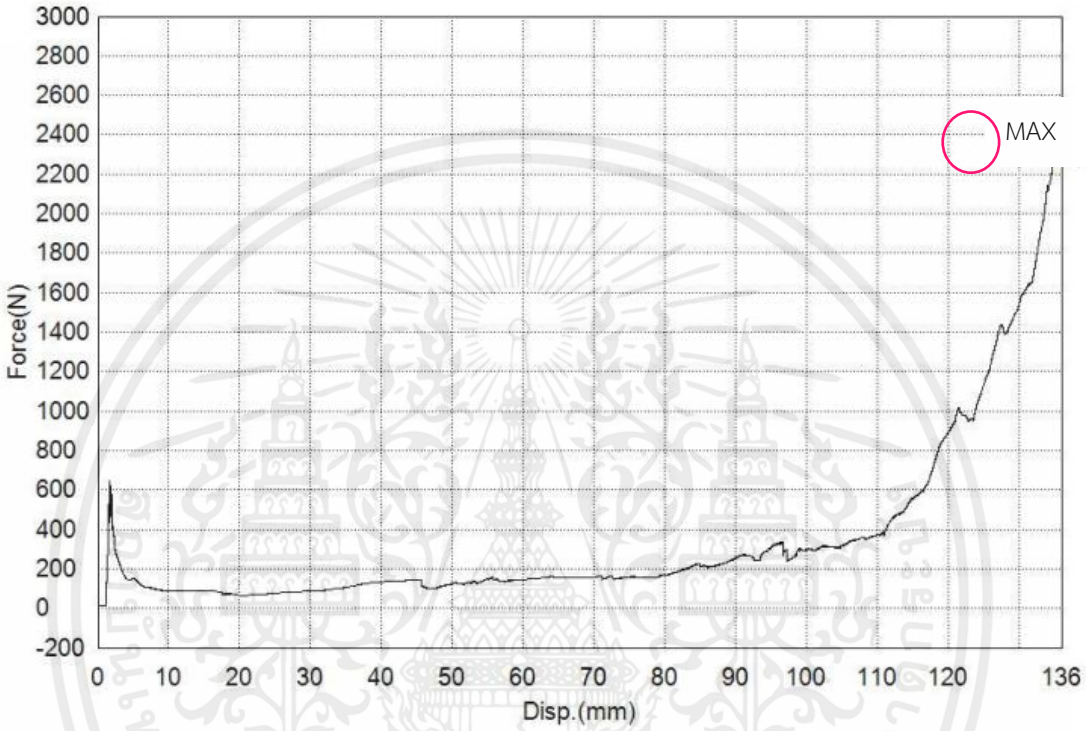
รูปที่ 4.1 เครื่องทดสอบแรงแบบเสาคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ทดลองเพื่อหาแรงสูงสุดที่นำมาอัดกระป๋องอลูมิเนียม

เป็นการทดสอบด้วยการนำกระป๋องอลูมิเนียมเปล่าไปอัดด้วยเครื่องทดสอบแรงแบบเสาคู่ โดยการทำงานของเครื่องจะเป็นการอัดกระป๋องอลูมิเนียมเปล่าไปจนกระป๋องไม่สามารถอัดได้ และค่าที่ได้ออกมาจะเป็นค่าแรงสูงสุดที่สามารถอัดกระป๋องได้ ดังรูปที่ 4.1

จากการทดลองเครื่องจะแสดงค่าสูงสุดที่กระป๋องจะถูกบีบอัดได้เท่ากับ 2304.48 นิวตัน ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 กราฟผลการทดลองค่าสูงสุดที่กระป๋องจะถูกบีบอัด

4.1.2 ทดลองอัดและหลอมเพื่อหาค่าคืนกลับของอลูมิเนียมที่อัดด้วยแรงที่ต่างกัน

เป็นการทดลองโดยการนำกระป๋องอลูมิเนียมเปล่ามาอัดด้วยแรง 3 แบบ ดังตารางที่ 4.1 จากนั้นนำกระป๋องอลูมิเนียมที่อัดได้ไปหลอมในเตาหลอมและนำไปคิดหาค่าคืนกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองค่าคืนกลับของอลูมิเนียม

ประเภทแรงอัด	น้ำหนักอลูมิเนียมก่อนหลอม (กรัม)	หลังหลอม		
		อลูมิเนียม	ตะกรันอลูมิเนียม	รวม
		น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนัก (กรัม)
มากสุด	100	30	14	44
ปานกลาง	100	25	11	36
น้อยสุด	100	25	15	40

กระป๋องที่อัดแรงมากสุด

จากตารางที่ 4.1 จะได้อลูมิเนียม 30 กรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์จะได้

$$\frac{30}{100} \times 100 = 30\%$$

กระป๋องที่อัดแรงปานกลาง

จากตารางที่ 4.1 จะได้อลูมิเนียม 25 กรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์จะได้

$$\frac{25}{100} \times 100 = 25\%$$

กระป๋องที่อัดน้อยสุด

จากตารางที่ 4.1 จะได้อลูมิเนียม 25 กรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์จะได้

$$\frac{25}{100} \times 100 = 25\%$$

จากการคำนวณจะเห็นได้ว่าแรงอัดมีผลต่อการได้คืนกลับอลูมิเนียม โดยการใช้แรงอัดมากที่สุดทำให้ได้เปอร์เซ็นต์การคืนกลับมามากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

การวิจัยเรื่อง การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียมเพื่อออกแบบเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียมและศึกษาและทดลองวิธีการหลอมอลูมิเนียมให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด สามรถสรุปผลการดำเนินการวิจัย และบ่งชี้ข้อเสนอแนะ โดยมีการสรุปผลดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินการ

ในการออกแบบและคำนวณเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียมนั้น ผลที่ได้คือเครื่องอัดสามารถอัดกระป๋องอลูมิเนียมได้มากกว่า 1 ขนาด จากการทดลองนำเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียมอัดกระป๋องเปล่าด้วยแรงมากที่สุด ปานกลาง และน้อยที่สุดตามลำดับ ก็สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยเมื่อนำกระป๋องแต่ละประเภทไปหลอม จะได้ค่าอลูมิเนียมคืนกลับ โดยจะได้ที่แรงกดอัดมากที่สุดคิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ แรงกดอันปานกลางคิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ และที่แรงกดอัดน้อยที่สุดคิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จะเห็นว่าการใช้แรงกดอัดมีผลต่อการได้คืนกลับของอลูมิเนียม ซึ่งถ้าใช้แรงกดอัดมากจะทำให้ได้อลูมิเนียมคืนกลับเยอะที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากตัวช่องใส่กระป๋องไม่มีช่องที่ให้กระป๋องใส่เข้าไปพอดีทำให้ เมื่อหมุนบิดอัดกระป๋องจึงทำให้กระป๋องไม่อยู่กับที่จึงต้องใช้มือประคองเพื่อช่วยให้ง่ายต่อการอัด ครั้งต่อไปควรจะออกแบบช่องที่สามารถทำให้กระป๋องพอดีเพื่อไม่ให้เกิดการขยับขณะอัด

2. ในการหลอมเนื่องจากใช้จำนวนกระป๋องไม่มากพอนั้นอาจทำให้เห็นความแตกต่างไม่ชัด ในการทดลองครั้งต่อไปควรใช้ปริมาณมากขึ้นเพื่อให้เห็นผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน

3. เนื่องจากกระป๋องมีหลายขนาดอาจไม่ได้เฉลี่ยขนาดหระป๋องให้เท่ากันทุกประเภทแรงอัด ในการทดลองครั้งต่อไปอาจจะเลือกใช้ขนาดกระป๋องขนาดเดียวหรือเฉลี่ยให้เท่ากัน

4. การอัดด้วยแรงไม่สามรถวัดออกมาเป็นค่าได้จริง ทำให้แต่ละกระป๋องอาจจะถูกอัดด้วยแรงที่ต่างกันและไม่เท่ากัน จึงอาจส่งผลต่อปริมาณอลูมิเนียมที่ได้คืนกลับ ในการทดลองครั้งต่อไปอาจจะมีการควบคุมแรงให้เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2565). รายงานตัวชี้วัด "ปริมาณขยะมูลฝอย (2553-2564)" สืบค้น 26 กรกฎาคม 2566 จาก http://env_data.onep.go.th/reports/subject/view/117

[2] Aluminiumloop (2566). Recycling Rate และ Recycled Content คืออะไร ต่างกันอย่างไร? สืบค้น 26 กรกฎาคม 2566 จาก https://aluminiumloop.com/recycling-rate-and-recycled-content/

[3] Hpkthemaster (2560). การใช้โปรแกรม SolidWorks ขั้นพื้นฐาน สืบค้น สืบค้น 26 กรกฎาคม 2566 จาก https://www.glurgeek.com/education/basicsolidworks/

[4] TRINITY DYNAMIC CORPORATION LIMITED (2562). อลูมิเนียม (Aluminium) สืบค้น 26 กรกฎาคม 2566 จาก https://trinitydynamic.com/ดูบทความ-93061-อลูมิเนียม-aluminium.html

[5] วิกิพีเดีย สารานุกรม (2559). ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สืบค้น 26 กรกฎาคม 2566 จาก https://th.wikipedia.org/wiki/ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

[6] iEnergyGuru (2558). การให้ความร้อนด้วยการเหนี่ยวนำ สืบค้น 26 กรกฎาคม 2566 จาก https://ienergyguru.com/2015/11/ให้ความร้อนเหนี่ยวนำ

[7] Sumipol Agile Technology (2566). รู้จัก “เครื่องกลึง” คืออะไร? พื้นฐานงานวิศวกรรม สืบค้น 26 กรกฎาคม 2566 จาก https://www.sumipol.com/knowledge/what_cnc_lathe

[8] บริษัท วงศ์นภัส ค้าเหล็กและวัสดุก่อสร้าง จำกัด (2563). 4 ประเภทตู้เชื่อม เครื่องเชื่อม ความรู้เบื้องต้นของตู้เชื่อมแต่ละประเภท สืบค้น 26 กรกฎาคม 2566 จาก https://www.wongtools.com/content/16150/4-ประเภทตู้เชื่อม-เครื่องเชื่อม-ความรู้เบื้องต้นของตู้เชื่อมแต่ละประเภท

[9] ดร.กุศล สมุทรคชรินทร์. (2558). *เครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม* (รายงานผลการวิจัย). พระนครศรีอยุธยา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

[10] สมศักดิ์ สงวนเดือน และชัชวาล ธนันทา. (2554). เครื่องบีบอัดภาชนะกระป๋องน้ำดื่ม *การพัฒนาอนาคตชนบทไทย : ฐานรากที่มั่นคงเพื่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน*, 503-506.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ความสูงของกระป๋องเปล่าที่ถูกบีบอัดด้วยแรงที่ไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผก 1 กระป๋องที่ถูกอัดด้วยแรงมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผก 2 กระป๋องที่ถูกอัดด้วยแรปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

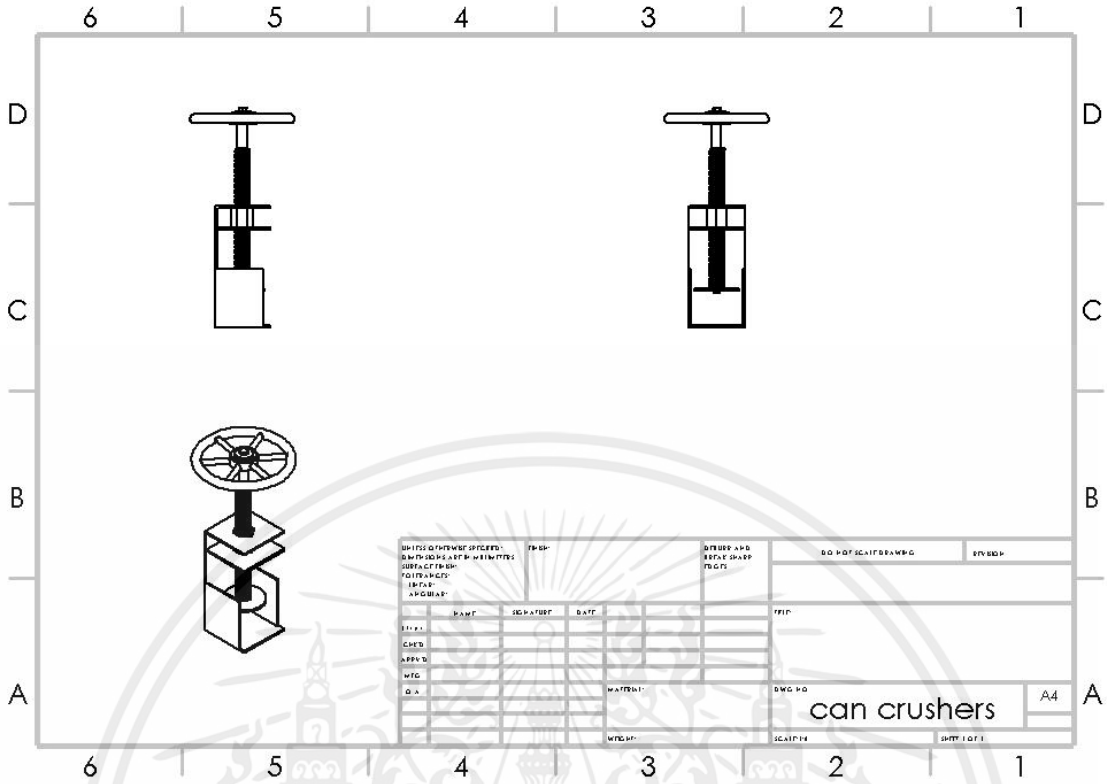
รูปที่ ผก 3 กระป๋องที่ถูกอัดด้วยแรงน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

Drawing ของเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผข 1 Drawing ของเครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

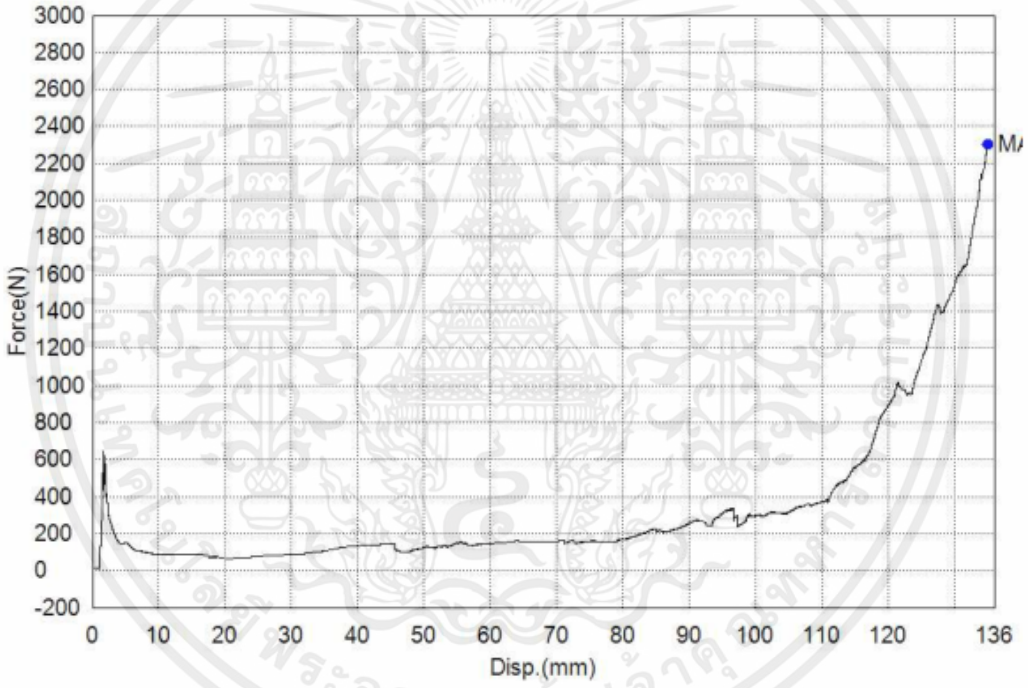
ตารางและกราฟค่าการอัดกระป๋องอลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title

Key Word		Product Name	
Test File Name		Method File Name	Compression tube.xmak
Report Date	5/1/2566	Test Date	5/1/2566
Test Mode	Single	Test Type	Compression
Speed	25mm/min	Shape	Tube1
No of Batches:	1	Qty/Batch:	1

Name	Max_Force	Break_Force	Break_Disp.
Parameters	Calc. at Entire Areas	Sensitivity: 10	Sensitivity: 10
Unit	N	N	mm
1 _ 1	2304.48	-.-	-.-
Average	2304.48	-.-	-.-
Standard Deviation	-.-	-.-	-.-
Range	0.00000	-.-	-.-



Comment

รูปที่ ผค 1 ตารางและกราฟค่าการอัดกระป๋องอลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้