เครื่องบีบอัดกระป๋องรีไซเคิลระบบไฮดรอลิก

HYDRAULIC CAN CRUSHER MACHINE

นายจีรณะ ณ นรงค์
นายณัฐปคัลภ์ แสงย้อย
นายธนารักษ์ หลอดสว่าง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เครื่องบีบอัดกระป๋องรีไซเคิลระบบไฮดรอลิก

Hydraulic can crusher machine

นายจีรณะ ณ นรงค์
นายณัฐปคัลภ์ แสงย้อย
นายธนารักษ์ หลอดสว่าง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

Hydraulic can crusher machine

Jeerana Na narong

Natthaphakan Saengyoi

Thanarak Lordsawang

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2013

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องบีบอัดกระป๋องรีไซเคิลระบบไฮดรอลิก

Hydraulic can crusher machine

คณะผู้จัดทำ

1.นายจีรณะ	ณ นรงค์	รหัสนักศึกษา 53010235
2.นายณัฐปคัลภ์	แสงย้อย	รหัสนักศึกษา 53010469
3.นายธนารักษ์	หลอดสว่าง	รหัสนักศึกษา 53010687

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.จำลอง ปราบแก้ว)

เครื่องบีบอัดกระป๋องรีไซเคิลระบบไฮดรอลิก

นายจีรณะ ณ นรงค์ 53010235
นายณัฐปคัลภ์ แสงย้อย 53010469
นายธนารักษ์ หลอดสว่าง 53010687
รศ.ดร.จำลอง ปราบแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

โครงงานการออกแบบเครื่องบีบอัดกระป๋องรีไซเคิลด้วยระบบไฮดรอลิก มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องมาใช้สำหรับอัดกระป๋องหรือกล่องเครื่องดื่มโดยคณะผู้จัดทำโครงงานเรื่องนี้ได้เล็งเห็นว่าการจัดการด้านขยะรีไซเคิลประเภทกระป๋องน้ำและกล่องเครื่องดื่มให้เหมาะสมในการจัดเก็บนั้น ขยะประเภทนี้ต้องใช้การอัดเพื่อลดปริมาตร เพื่อประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บและสะดวกในการขนส่ง การผลิตเครื่องอัดกระป๋องรีไซเคิลนี้ได้มีการออกแบบโดยใช้อุปกรณ์ต่างๆ เป็นอุปกรณ์ทางด้านไฮดรอลิก โดยมีส่วนประกอบหลักดังนี้ ต้นกำลังไฮดรอลิก กระบอกสูบไฮดรอลิก สายไฮดรอลิก ปั๊มไฮดรอลิกและบล็อคที่ใช้ในการอัด โดยสาเหตุที่เลือกใช้อุปกรณ์ทางด้านไฮดรอลิกมาประกอบเป็นเครื่องนี้ก็เพราะการอัดในงานประเภทนี้ ต้องใช้ความดันที่ค่อนข้างสูงและเครื่องอัดกระป๋องรีไซเคิลที่จัดทำขึ้นมานี้ จัดทำขึ้นภายใต้แนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สามารถใช้อัดกระป๋องหรือกล่องเครื่องดื่มเพื่อที่จะได้ลดแรงงานคนในการทำงานด้านนี้ โดยเครื่องที่ทำขึ้น จะเป็นเครื่องต้นแบบที่สามารถใช้ได้ในอุตสาหกรรมรีไซเคิลและในธุรกิจขนาดเล็กขนาดกลางและอาจรวมไปถึงโรงเรียนและสถานศึกษาต่างๆต่อไปได้

Hydraulic can crusher machine

Jeerana na narong	53010235
Natthaphakan Saengyoi	53010469
Thanarak Lordsawang	53010687
Assoc.Prof.Dr.Chamlong Prabkeaw	Advisor

Abstract

This project design for recycle waste compactor hydraulic system. The purpose is to build a machine for compress boxes and cans recyclable ; This project recognizes that the management of recyclable waste to suit in storage. These recyclable waste must be compressed to reduce the volume order to save space in storage and easy transportation. The purpose of this project is to invent can compressor by hydraulic equipment. Major components are source of hydraulic power, hydraulic pump, hydraulic cylinder, hydraulic lines and block for compression. The reason why using hydraulic equipment for building the machine is hydraulic system can work well under high pressure; thus, it is proper to be the mechanism for this machine. Moreover, the can compressor has been created by focus on appliance development. We would like the machine to be able to compress recycle cans; both aluminum and plastics, in order to decrease human responsibility , but increase efficiency instead. Besides, this machine is the original one that con develop to use in small and medium size of recycle manufacture.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยด้วยความกรุณาจาก รศ.ดร.จำลอง ปราบแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้ให้คำเสนอแนะ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด จนโครงงานเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาจึงขอ กราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ที่เอื้อเฟื้อให้ยืมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงานนี้ อีกทั้งเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงาน

ขอขอบคุณเพื่อนๆที่ช่วยกันทำงาน จนโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

และต้องขอขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้ปกครอง ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆรวมทั้งเป็นกำลังใจที่ดีและดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีเสมอมา

นายจีรณะ ณ นรงค์

นายณัฐปคัลภ์ แสงย้อย

นายธนารักษ์ หลอดสว่าง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญภาพ.....VIII

รายการคำย่อและสัญญาลักษณ์.....X

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญและที่มา.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....1

1.4 ขั้นตอนการทำงาน.....2

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 กระป๋องอลูมิเนียมที่บรรจุเครื่องดื่ม.....3

2.2.1 อะลูมิเนียมที่ทำกระป๋อง.....4

2.2.2 แนวทางการรีไซเคิล.....4

2.2 การรีไซเคิลกระป๋องอลูมิเนียม.....4

2.3 การศึกษาประเภทของกระป๋องและแรงที่เพียงพอสำหรับการอัด.....6

2.3.1 ศึกษาว่ากระป๋องโดยทั่วไปมีกี่ชนิดและมีขนาดเท่าใดบ้าง.....6

2.3.2 ทำการศึกษาแรงเพื่อหาแรงที่เพียงพอที่จะทำให้กระป๋องยุบได้.....7

2.3.3 สรุปผลการศึกษาเกี่ยวกับกระป๋องได้.....7

2.4 เครื่องอัดกระป๋องที่เคยมีมา.....8

2.4.1 ส่วนประกอบของเครื่อง.....8

2.4.2 หลักการทำงานของเครื่องรุ่นก่อน.....8

2.4.3 ผลการทดสอบเครื่อง.....9

บทที่ 3 ทฤษฎีไฮดรอลิคเบื้องต้น.....12

3.1 ระบบส่งกำลังไฮดรอลิค.....12

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบไฮดรอลิค....14
3.3 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิค....14
3.3.1 ระบบไฮดรอลิคที่ซับซ้อนขึ้น....16
3.3.2 ความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบ....19
3.3.3 การควบคุมความเร็ว....19
3.3.4 การให้กระบอกสูบทำงานพร้อมกัน....21
3.3.5 การเลือกใช้ระบบไฮดรอลิกหรือนิวเมติก....21
3.3.6 การนำระบบไฮดรอลิกไปใช้งาน....22

บทที่ 4 ส่วนประกอบของเครื่องอัดกระป๋อง....24
4.1 ส่วนประกอบของเครื่องอัดกระป๋อง....24
4.1.1 ส่วนประกอบหลักและหลักการทำงานของชุดต้นกำลัง....26
4.1.2 ส่วนประกอบหลักการทำงานของชุดอัดกระป๋อง....26
4.1.3 ส่วนประกอบหลักสำหรับบล็อกอัด....27
4.2 การคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์....27
4.2.1 การคำนวณหาขนาดของปั๊มไฮดรอลิค....27
4.2.2 การคำนวณหาความดันที่ใช้งานในระบบ....28
4.2.3 การหาขนาดของสายไฮดรอลิค....29
4.2.4 การเลือกวาล์วควบคุมทิศทาง....30
4.2.5 การคำนวณหาขนาดของมอเตอร์....30
4.2.6 การคำนวณหาความหนามากที่สุดของเหล็ก....31

บทที่ 5 การทดสอบและผลการทดสอบ....33
5.1 การเตรียมอุปกรณ์....33
5.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ....33
5.3 ขั้นตอนในการทดสอบ....33
5.3.1 เปิดเครื่องอัดกระป๋อง....33
5.3.2 โยกวาล์วคอนโทรลเพื่อดันกระบอกสูบ B....34
5.3.3 บรรจุกระป๋องลงในปล่องลำเลียง....34

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.3.4 โยกวาล์วคอนโทรลเพื่อดันกระบอกสูบ A ให้ไปอัดกระป๋อง.....35

5.3.5 ทำการวัดโวลต์และแอมป์มิเตอร์ขณะมีโหลดสูงสุด.....35

5.3.6 โยกวาล์วคอนโทรลเพื่อดันกระบอกสูบ B กลับ.....36

5.3.7 โยกวาล์วคอนโทรลเพื่อให้กระบอกสูบ A ดันกระป๋องที่ถูกอัดแล้วออก.....36

5.4 ผลการทดสอบ.....37

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง.....39

6.1 สรุปผลการทดลอง.....39

6.1.1 ข้อดี.....39

6.1.2 ข้อเสีย.....39

6.2 ปัญหาที่พบในโครงงาน.....39

6.3 วิธีการแก้ปัญหา.....39

เอกสารอ้างอิง.....40

ภาคผนวก

ก.ตารางแสดงแบบของกระบอกสูบแบบต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบ.....41

ข.แบบเครื่องบีบอัดกระป๋องระบบไฮดรอลิค.....44

ค.บทความ.....50

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดของกระป๋องแต่ละประเภท.....6
ตารางที่ 2.2 แสดงตารางน้ำหนักที่ใช้ในการอัดกระป๋อง.....9
ตารางที่ 2.3 แสดงตารางความจุในการทำงานหนึ่งรอบและแรงที่ใช้อัด.....9
ตารางที่ 2.4 ตารางเปรียบเทียบก่อนและหลังอัดกระป๋อง.....11
ตารางที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระบบไฮดรอลิคและนิวเมติค.....22
ตารางที่ 3.2 แสดงชนิดของเครื่องจักรและความดันที่ใช้.....23
ตารางที่ 4.1 แสดงขนาดของกระบอกสูบไฮดรอลิค.....28
ตารางที่ 5.1 แสดงพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตเฉลี่ยต่อหนึ่งรอบการผลิต.....37
ตารางที่ 5.2 แสดงอัตตราการผลิตเฉลี่ยต่อหนึ่งรอบ.....37
ตารางที่ 5.3 แสดงกำลังการผลิตต่อหนึ่งรอบเทียบกับพลังงานที่ใช้.....38
ตารางที่ 5.4 การลดลงของปริมาตรเฉลี่ย ต่อ 1 รอบ.....38

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 แสดงขอบเขตการทำงาน....1
ภาพที่ 2.1 แสดงภาพกระป๋องที่อัดแล้ว....5
ภาพที่ 2.2 แสดงการนำกระป๋องบรรจุลงในบล็อคอัด....7
ภาพที่ 2.3 แสดงการนำฝาสำหรับอัดมาใส่บล็อกอัด....8
ภาพที่ 2.4 แสดงการเพิ่มน้ำหนักก่อนอัด....8
ภาพที่ 2.5 แสดงชุดทดสอบและกระป๋องที่อัดแล้ว....9
ภาพที่ 2.6 แสดงภาพเครื่องอัดกระป๋องรุ่นก่อน....10
ภาพที่ 2.7 แสดงภาพฉายสามมิติเครื่องรุ่นก่อน....10
ภาพที่ 3.1 แสดงการส่งผ่านกำลังในระบบไฮดรอลิค....12
ภาพที่ 3.2 แสดงการยกโหลดของรถยก....12
ภาพที่ 3.3 แสดงจังหวะยกวัตถุขึ้นไปด้านบนของกระบอกสูบ....13
ภาพที่ 3.4 แสดงการทำงานของกระบอกสูบทางเดียว....15
ภาพที่ 3.5 แสดงวงจรที่เพิ่มวาล์วปลดความดัน....16
ภาพที่ 3.6 แสดงการใช้วาล์วควบคุมทิศทาง 3/3....17
ภาพที่ 3.7 แสดงน้ำมันไหลจากปั๊มผ่านวาล์วปลดความดันไปยังถังพักน้ำมัน....18
ภาพที่ 3.8 แสดงการใช้วาล์ว 4/2 กับกระบอกสูบสองทางภาพ....18
ภาพที่ 3.9 แสดงวาล์วควบคุมทิศทางเป็น 4/3 ชนิดตรงกลางเปิด....18
ภาพที่ 3.10 แสดงขนาดของกระบอกสูบที่มีสองเท่าของก้านสูบ....19
ภาพที่ 3.11 แสดงวงที่ติดตั้งวาล์วควบคุมความเร็วก่อนเข้ากระบอกสูบ....20
ภาพที่ 3.12 แสดงการควบคุมความเร็วโดยปล่อยน้ำมันลงถัง....20
ภาพที่ 3.13 แสดงการควบคุมอัตราไหลที่ไหลออกจากกระบอกสูบ....20
ภาพที่ 3.14 แสดงวงจรการทำงานของกระบอกสูบที่พร้อมกัน....21
ภาพที่ 4.1 แสดงส่วนประกอบของเครื่องอัดกระป๋องระบบไฮดรอลิค....24
ภาพที่ 4.2 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบไฮดรอลิค....25
ภาพที่ 4.3 แสดงภาพชุดต้นกำลัง....26
ภาพที่ 4.4 แสดงส่วนประกอบชุดการทำงาน....26
ภาพที่ 4.5 ภาพแสดงส่วนประกอบของบล็อคอัด....27
ภาพที่ 4.6 แสดงแคตตาล็อกของปั๊มไฮดรอลิค....27
ภาพที่ 4.7 แสดงโมโนกราฟ....29

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.8 แสดงรูปวาล์วที่ใช้จริงในเครื่อง.....30
ภาพที่ 4.9 แสดงคาตาล็อคของมอเตอร์.....31
ภาพที่ 4.10 แสดง Free Body Diagram ของประตูที่รับแรงทั้งหมด.....31
ภาพที่ 5.1 แสดงโวลต์และแอมป์มีเตอร์ขณะที่ยังไม่มีโหลด.....33
ภาพที่ 5.2 แสดงการโยกวาล์วควบคุมกระบอกสูบ B เพื่อดันไปปิดประตูหลัง.....34
ภาพที่ 5.3 แสดงการบรรจุกระป๋องลงในปล่องลำเลียง.....34
ภาพที่ 5.4 แสดงการอัดกระป๋องในจังหวะอัดครั้งที่ 5 กระป๋องจะหมดพอดี.....35
ภาพที่ 5.5 แสดงโวลต์และแอป์มิเตอร์ขณะมีโหลดสูงสุด.....35
ภาพที่ 5.6 แสดงการโยกวาล์วคอนโทรลเพื่อดันกระบอกสูบ B กลับ.....36
ภาพที่ 5.7 แสดงการโยกวาล์วคอนโทรลเพื่อให้กระบอกสูบ A ดันกระป๋องที่ถูกอัดแล้วออกมา.....36
ภาพที่ 5.8 แสดงกระป๋องที่ถูกอัดแล้ว.....37

รายการคำย่อและสัญญาลักษณ์

A พื้นที่หน้าตัดกระบอกสูบ (m^2)

C ระยะห่างจากแกน Neutral (cm)

D เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (m)

F แรงที่ใช้ในระบบ (N)

I โมเม้นความเฉื่อย ($kg.m^2$)

L ความยาวของแผ่นเหล็ก (m)

N ความเร็วรอบของปั๊ม (rev/s)

P ความดัน (Pa)

Q อัตราการไหล (L/min)

X ความหนาของแผ่นเหล็ก (cm)

Re ค่าของเรโนลย์นับเบอร์

F_A แรงกระทำที่จุด A (N)

F_B แรงกระทำที่จุด B (N)

M_A โมเมนต์ที่จุด A ($N.m.$)

M_B โมเมนต์ที่จุด B ($N.m.$)

M_C โมเมนต์ที่จุด C ($N.m.$)

Q_a อัตราการไหลจริงของระบบ ($\frac{m^3}{s}$)

Q_t อัตราการไหลทางทฤษฎี ($\frac{m^3}{s}$)

T_a แรงบิดจริงที่ให้กับปั๊ม ($N.m.$)

T_t แรงบิดจากปั๊มตามทฤษฎีที่ต้องการ ($N.m.$)

g ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก (m/s^2)

k แฟคเตอร์ของรูปร่าง

s ความยาวช่วงชัก (cm)

t เวลาที่ใช้ไปในการวิ่งไปของลูกสูบเป็นระยะทาง (s)

v ความเร็วของลูกสูบ (m/s)

f_d ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานดาร์ซี

ΔP_{major} ค่าความสูญเสียหลักในสายไฮดรอลิค

ΔP_{minor} ค่าความสูญเสียหลักในวาล์วควบคุม

ΔP_{total} ค่าความสูญเสียของระบบทั้งหมด

η_m ประสิทธิภาพเชิงกล

η_v ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร

σ_{yield} ความเค้นที่จุดยิว (N/m^2)

บทที่ 1
บทนำ

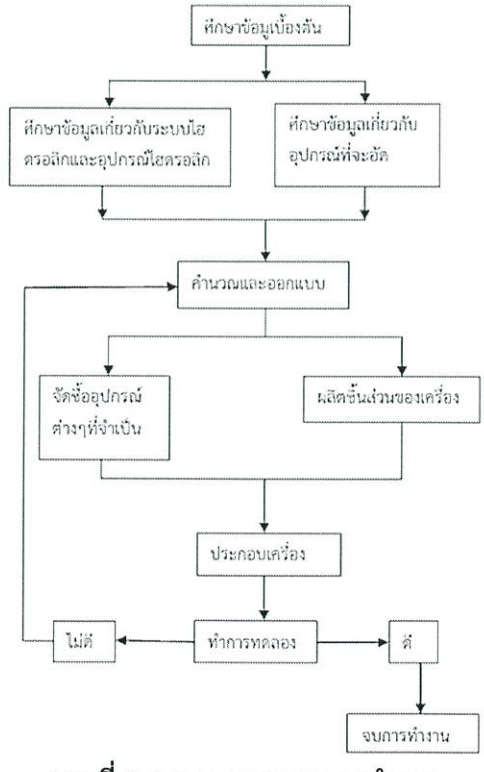
1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันปัญหาขยะล้นเมืองเป็นปัญหาสำคัญของประเทศเรา ไม่ว่าจะเป็นการจัดการด้านขยะหรือการกำจัดขยะ และยังเป็นปัญหาที่รอการแก้ไขอยู่เสมอ ทางผู้จัดทำโครงงานนี้ก็ได้เล็งเห็นว่าขยะบางตัวสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือที่เรียกกันว่า รีไซเคิล นั่นเอง อาทิเช่น กระป๋องน้ำอัดลม กระป๋องเครื่องดื่มต่างๆ ของเหล่านี้ล้วนมีมูลค่าในด้านตลาดสินค้า รีไซเคิล แต่เนื่องจากกระป๋องน้ำอัดลม และกระป๋องเครื่องดื่มต่างๆ แต่ละชนิดมีปริมาตรที่ว่างเปล่าที่สามารถลดปริมาตรลงได้ ในการเก็บจะต้องคำนึงถึงเนื้อที่สำหรับการจัดวาง โดยที่การลดปริมาตรของกระป๋องน้ำหรือกระป๋องเครื่องดื่มต่างๆสามารถทำได้ด้วยวิธีการบีบหรืออัดให้มีลักษณะแบนหรือยุบตัวลงไปเพื่อลดปริมาตรของกระป๋องนั้นเอง

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตเครื่องมือสำหรับอัดกระป๋อง เพื่อเป็นเครื่องต้นแบบให้กับโรงเรียนและสถานศึกษาต่างๆหรือแม้แต่อุตสาหกรรม รีไซเคิล ที่มีธุรกิจขนาดเล็กหรือธุรกิจขนาดกลาง ได้นำไปใช้งาน โดยในที่นี้จะคำนึงถึง กำลังการผลิต และต้นทุนการผลิตของเครื่องนี้ที่ต้องมีความเหมาะสม คือ กำลังการผลิตจะต้องเพียงพอสำหรับงานที่มีอยู่ด้านต้นทุนต้องไม่แพงจนเกินไป

1.3 ขอบเขตการทำงาน



ภาพที่ 1.1 แสดงขอบเขตการทำงาน

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับเครื่องอัดกระป๋องรุ่นก่อนว่ามีการผลิตขึ้นที่ไหนบ้างและมีข้อดีข้อเสียอย่างไรบ้างและหาข้อจำกัดในการทำงานของเครื่องรุ่นต่างๆที่เคยมีมาก่อนว่ามีอะไรบ้างแนวทางการแก้ไขมีอย่างไร เพื่อที่จะเป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องอัดกระป๋องของเราเพื่อหลีกเลี่ยงข้อจำกัดของเครื่องแบบก่อนที่ผ่านมา เมื่อรู้ข้อเสียของเครื่องอัดกระป๋องรุ่นก่อนๆ ก็ทำการออกแบบตัวเครื่องของเราโดยร่างแบบพร้อมระบุชิ้นส่วนหลักที่จะประกอบขึ้นมาเป็นเครื่อง หลังจากระบุชิ้นส่วนว่ามีอะไรบ้างแล้วก็ทำการคำนวนขนาดของอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับเครื่อง หลังจากออกแบบชิ้นส่วนและอุปกรณ์เสร็จแล้วทำการจัดซื้อจัดทำชิ้นส่วนและอุปกรณ์และประกอบเป็นตัวเครื่อง หลังจากประกอบเครื่องเสร็จแล้วก็ทดสอบเครื่องโดยหาค่าการใช้พลังงานของเครื่องต่ออัตราการผลิตของเครื่องว่ามีสมรรถนะที่ดีมาน้อยแค่ไหนและทำการแก้ไขปรับปรุงอีกครั้งเพื่อจะให้ได้เครื่องที่ดีขึ้น

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระป๋องอะลูมิเนียมที่บรรจุเครื่องดื่ม

อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ควรมีส่วนร่วมในการรักษาสิ่งแวดล้อม โดยการส่งเสริมให้มีการใช้บรรจุภัณฑ์ที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม การพิจารณาเลือกวัสดุที่ใช้จึงมีส่วนสำคัญในการสร้างสรรค์ให้เกิดการรักษา ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวงการอุตสาหกรรมเครื่องดื่มที่จะมี ส่วนผลักดันให้เกิดความรับผิดชอบในภาพลักษณ์ของชุมชนโดยทั่วไป ปัจจุบัน สิ่งที่เกิดขึ้นทั่วโลก คือ เมื่อจะพัฒนาสินค้าชนิดใด ควร จะต้องพิจารณาวัสดุที่จะนำมาใช้ในการทำบรรจุภัณฑ์และให้เป็นที่ยอมรับแก่ บุคคลทั่วไป โดยที่จะไม่ไปทำลายสิ่งแวดล้อม โดยนำบรรจุภัณฑ์นั้นกลับไปใช้ประโยชน์ได้อีก ผู้ตัดสินใจเลือกใช้วัสดุมีส่วนได้รับอิทธิพลจากวงการอุตสาหกรรมด้วยกันเอง จากรัฐบาล หรือกลุ่มพิทักษ์สิ่งแวดล้อม และประชาชนทั่วไปที่ตระหนักถึงภัยที่เกิดขึ้นจากปัญหาสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นการทิ้งกระจัดกระจาย การเกิดมลพิษ หรือการกำจัดขยะมูลฝอย การตัดสินใจในการเลือกใช้วัสดุจึงต้องมีเป้าหมายที่ แน่นอน โดยเลือกใช้วัสดุที่มีค่าพอที่จะช่วยให้มีการเก็บรวบรวมแล้วนำกลับไปเป็น วัตถุดิบเพื่อผลิตบรรจุภัณฑ์ได้ใหม่อีก บรรจุภัณฑ์ที่กล่าวถึงนี้คือ กระป๋องอะลูมิเนียมใช้บรรจุเครื่องดื่ม ซึ่งเป็นที่แพร่หลายในประเทศต่างๆ เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น และไทย เนื่องจากไม่แตก น้ำหนักเบา สะดวก และเมื่อนำไปแช่เย็นแล้วเครื่องดื่มจะเย็นได้เร็ว อะลูมิเนียมมักเกิดขึ้นเป็นส่วนประกอบของธาตุต่างๆ ในรูปของ แร่ เช่น บอกไซด์ ไครโอไลต์ คอรันดัม อะลูไนต์ ไดแอสพอร์ เทอร์คอยส์ สปิเนล เคโอลิน เฟลด์สปาร์ และไมกา ในบรรดาแร่เหล่านี้การทำอะลูมิเนียมจากบอกไซด์จะได้ผลคุ้มค่าที่สุด เนื่องจากบอกไซด์มีปริมาณอะลูมิเนียมถึง 60% บอกไซด์ 45 กิโลกรัม จะผลิตอะลูมิเนียมได้ 1 กิโลกรัม กระป๋องอะลูมิเนียมบรรจุเครื่องดื่มเป็นกระป๋อง 2 ชิ้น คือ ตัวกับฝา ผลิตจากแผ่นอะลูมิเนียมโดยปั๊มอัดขึ้นรูปเป็นกระป๋องรูปทรงกระบอก แล้วยืดให้มีผนังบาง จากนั้นผ่านไปยังเครื่องตัดให้ได้ขนาดตามต้องการ ล้าง แล้วอบให้แห้ง ในขั้นต่อไปกระป๋องจะได้ รับการเคลือบสีขาวและพิมพ์ภายนอกตามต้องการ เคลือบด้วยวาร์นิชเพื่อป้องกันการขูดขีด แล้วผ่านเข้าเตาอบ ภายในกระป๋องพ่นด้วยแล็กเกอร์ เพื่อป้องกันไม่ให้กระป๋องทำปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์ แล้วนำไปอบให้แห้ง จากนั้นจึงลำเลียงไปขึ้นรูป กระป๋องจะได้รับการทดสอบก่อนนำไปบรรจุ กระป๋องที่ใช้แล้ว สามารถนำไปหมุนเวียนเปลี่ยนรูปใหม่ได้เมื่อเก็บรวบรวมแล้วนำไปขายได้ช่วยลด ปริมาณขยะมูลฝอยประหยัดทรัพยากรและพลังงานการนำกระป๋องอะลูมิเนียมที่ใช้แล้วไปหลอมและผลิตเป็นกระป๋องนั้นจะประหยัดพลังงานได้ถึงร้อยละ95กล่าวคือพลังงาน ที่ใช้สำหรับผลิตอะลูมิเนียมเพื่อใช้ทำกระป๋อง 1 ใบ จะ เท่ากับพลังงานที่ใช้แปรรูปกระป๋องใช้แล้วได้ถึง 20 ใบ การที่นำกระป๋องใช้แล้วมาหลอมผลิตเป็นกระป๋องใหม่ 1 ตัน จะประหยัดแร่ออกไซด์ได้ถึง 5 ตัน

2.1.1 อะลูมิเนียมที่ทำกระป๋อง

กระป๋องอะลูมิเนียมประกอบด้วยอะลูมิเนียม 2 ชนิดด้วยกันคือ อะลูมิเนียม ชนิด 3004 : มีส่วนประกอบของ Al-1.2% Mn-1.0%Mg ซึ่งมีคุณสมบัติในการขึ้นรูปง่ายเหมาะสำหรับกระบวนการดึงรีดลึก (deep drawing process) ใช้สำหรับทำตัวกระป๋อง อะลูมิเนียม ชนิด 5182 : มีส่วนประกอบของ Al-4.5% Mg ซึ่งมีคุณสมบัติที่แข็งแรงกว่าชนิด 3004 ใช้สำหรับทำฝากระป๋อง

2.1.2 แนวทางการรีไซเคิล

การรีไซเคิลกระป๋องอะลูมิเนียม จะทำให้ประหยัดพลังงานความร้อนได้ถึง 20 เท่าและช่วยลดมลพิษทางอากาศ (CO2 ,SOx และ NOx)ได้ถึงร้อยละ 95 และลดมลภาวะทางน้ำได้ถึงร้อยละ 97 ของการผลิต กระป๋องใหม่โดยใช้อะลูมิเนียมบริสุทธิ์จากอะลูมินา (alumina, Al2O3) อย่างไรก็ตาม การรีไซเคิลกระป๋องเครื่องดื่มที่ทำจากอะลูมิเนียมนั้นมีปัญหาทางเทคนิคที่ยุ่งยากบางประการ เนื่องจากอะลูมิเนียมทั้งสองชนิดนี้มีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างค่อนข้างมาก ดังนั้นหากเรานำกระป๋องที่ได้ไปหลอมทันที ทั้งธาตุแมกนีเซียมและแมงกานีสจะผสมปนกันทำให้ส่วนผสมทางเคมีที่ได้ไม่เหมาะสมกับแต่ละชิ้นส่วนได้ กระบวนการรีไซเคิลกระป๋องอะลูมิเนียม มี 2 กระบวนการดังนี้

กระบวนการที่ 1

การแยกโลหะผสมทั้งสองชนิดออกจากกัน โดยเริ่มจากการตัดกระป๋องเป็นชิ้นเล็ก ๆ และให้ความร้อนเพื่อละลายแลกเกอร์ที่เคลือบอยู่ จากนั้น จะทำการแยกอะลูมิเนียมทั้งสองออกจากกันโดยใช้อุณหภูมิที่ทำอะลูมิเนียมชนิด 5182 เริ่มหลอมเหลวและแตกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย ในขณะที่อะลูมิเนียมชนิด 3004 จะคงสภาพอยู่เป็นชิ้นใหญ่ ๆ ทำให้เราสามารถแยกอะลูมิเนียมทั้งสองชนิดนี้ออกจากกันได้ เมื่อแยกได้แล้วจึงนำอะลูมิเนียมแต่ละชนิดไปทำการหลอม หล่อ และรีดเป็นวัสดุชุดใหม่ต่อไป

กระบวนการที่ 2

เป็นกระบวนการหลอมกระป๋องโดยตรง โดยในขณะที่ทำการหลอมจะผ่านก๊าซคลอรีนเป็นฟองเข้าไปภายในน้ำโลหะ คลอรีนจะทำปฏิกิริยากับธาตุแมกนีเซียมได้ง่ายและเกิดเป็นคลอไรด์ ของเหลวที่เหลือจะได้รับการปรับแต่งส่วนผสมให้เป็นอะลูมิเนียมชนิด 3004 ต่อไป [7]

2.2 การรีไซเคิลกระป๋องอะลูมิเนียม

อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีสีขาวคล้ายเงิน น้ำหนักเบาและมีคุณสมบัติที่อ่อนตัวซึ่งสามารถ ทำเป็นรูปร่างต่างๆได้ ในการผลิตอะลูมิเนียมจึงมักผสมทองแดงและสังกะสีเพื่อเพิ่มความแกร่งให้กับเนื้ออะลูมิเนียม เนื่องจากอะลูมิเนียมเป็นภาชนะที่สามารถ ซึมซับความเย็นได้อย่างรวดเร็ว ทำให้อะลูมิเนียมเป็นที่นิยมในการนำมาผลิตกระป๋องบรรจุเครื่องดื่ม และวัสดุอีกหลายชนิด เช่น น้ำอัดลม

เบียร์ โซดา กระดาษ ตะกั่ว ถาดใส่อาหาร ภาชนะในครัว ฯลฯ ปัจจุบัน อะลูมิเนียมถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุดและมีข้อดีคือ สามารถนำไป รีไซเคิลได้กระป๋องอะลูมิเนียมทุกใบสามารถส่งคืนกลับโรงงานเพื่อนำไปผลิตเป็นกระป๋องใหม่ได้โดยไม่มีขีดจำกัดจำนวนครั้งของการผลิต เมื่อกระป๋องอะลูมิเนียมถูกส่งเข้าโรงงานแล้วจะถูกบดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วหลอมให้เป็นแท่งแข็ง

ภาพที่ 2.1 แสดงภาพกระป๋องที่อัดแล้ว

จากนั้นอะลูมิเนียมแท่งจะถูกนำไปรีดให้เป็นแผ่นแบนบางเพื่อส่งต่อไปยังโรงงานผลิตกระป๋อง เพื่อผลิตเป็นกระป๋องอะลูมิเนียมใหม่การรีไซเคิลกระป๋องอะลูมิเนียม จะทำให้ประหยัดพลังงานความร้อนได้ถึง 20 เท่าและช่วยลดมลพิษทางอากาศได้ถึงร้อยละ 95ของการผลิตกระป๋องใหม่โดยใช้อะลูมิเนียมจากธรรมชาติ สำหรับกระป๋องที่ผลิตขึ้นจากเหล็กกล้าที่มีส่วนผสมของดีบุกอยู่เล็กน้อยเพื่อป้องกันการเกิดสนิมนั้นใช้สำหรับบรรจุอาหารกระป๋องสำเร็จรูป ผลไม้กระป๋อง ผักกระป๋อง น้ำผลไม้ ฯลฯ เมื่อใช้แล้วก็สามารถนำมารีไซเคิลกระป๋องนั้นได้ โดยเริ่มต้นจากการกำจัดดีบุกที่เคลือบกระป๋องออกก่อนและเหลือไว้เฉพาะส่วนที่เป็นกล้าแล้วจึงนำไปหลอมเพื่อผลิตเป็นกระป๋องขึ้นใหม่ การรีไซเคิลกระป๋องดีบุกจะช่วยลดพลังงานในการผลิตกระป๋องใหม่ได้โดยใช้โลหะจากธรรมชาติได้

ประโยชน์ที่ได้จากการรีไซเคิล

1. ช่วยลดภาระในการกำจัดกากของเสียจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม
2. ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้อย่างน้อยครึ่งหนึ่งของค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคมีใหม่เพราะสามารถใช้ผลิตภัณฑ์ รีไซเคิลทดแทนได้
3. ช่วยรัฐประหยัดเงินตรา เพราะเคมีภัณฑ์ส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

4. ช่วยให้การจัดเก็บของเสียมีระเบียบ จนสามารถสร้างวัฒนธรรมใหม่ให้เกิดขึ้นในสังคมไทย

5. ช่วยลดปัญหาในการจัดหาพื้นที่สำหรับการฝังกลบ และลดปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้กากของเสีย

6. ช่วยให้โรงงานที่ต้องการสร้างระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14000 เป็นไปได้ง่ายยิ่งขึ้น

7. ช่วยให้เกิดความตระหนักในการใช้ทรัพยากรของโลกด้วยความประหยัด และคุ้มค่า

8. ช่วยทำให้โลกมีจำนวนขยะลดน้อยลง

9. ช่วยลดปริมาณการนำทรัพยากรธรรมชาติ มาใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรมให้น้อยลง

10. ช่วยลดการถลุงแร่บริสุทธิ์ และลดปริมาณการโค่นทำลายป่าไม้ลงด้วย

11. ช่วยลดการใช้พลังงานจากใต้พิภพ

12. ช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ขึ้นสู่อากาศและลดภาวะการเกิดฝนกรด การนำกลับมาใช้ใหม่ จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยเพิ่มคุณภาพให้กับชีวิต เพิ่มคุณค่าให้กับสิ่งแวดล้อมและช่วยถนอมรักษาทรัพยากรธรรมชาติของโลกไว้ได้ดีที่สุดในหนทางหนึ่ง [8]

2.3 การศึกษาประเภทของกระป๋องและแรงที่เพียงพอสำหรับการอัด

2.3.1 ศึกษาว่ากระป๋องโดยทั่วไปมีกี่ชนิดและมีขนาดเท่าใดบ้าง

ทำการศึกษาว่ากระป๋องโดยทั่วไปมีทั้งหมดกี่ประเภทและแรงที่ใช้อัดให้กระป๋องยุบติดกันต้องใช้แรงในกระป๋องแต่ละชนิดเท่าไหร่นำกระป๋องแต่ละประเภทมาทำการอัดแล้วเพิ่มน้ำหนักขึ้นเรื่อยๆเพื่อให้ได้ขนาดที่พอใจสามารถทำได้เป็นขั้นตอนดังนี้นำกระป๋องแต่ละประเภทมาทำการอัดแล้วเพิ่มน้ำหนักขึ้นเรื่อยๆเพื่อให้ได้ขนาดที่พอใจสามารถทำได้เป็นขั้นตอนดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดของกระป๋องแต่ละประเภท

ประเภทที่	เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm)	ความสูง (cm)
1	5.0	10
2	5.0	13
3	6.4	12
4	6.4	16.8

2.3.2 ทำการศึกษาแรงเพื่อหาแรงที่เพียงพอที่จะทำให้กระป๋องยุบได้

โดยขั้นตอนการทดสอบจะแสดงไว้ดังรูปที่ 2.2 ถึง 2.5 และทำการบันทึกค่าน้ำหนักที่พอเพียงที่ใช้อัดกระป๋องให้ยุบได้ระยะที่พอใจ ดังตารางที่ 3.1 และหาจำนวนกระป๋องที่จะสามารถอัดในแต่ละรอบการทำงานของเครื่องจะได้ดังตาราง 3.3 จากการทดสอบแรงอัดและการคำนวณจำนวณกระป๋องมากสุดที่สามารถอัดได้ต่อรอบการทำงานของเครื่องอัดกระป๋องทำให้เราทราบข้อมูลว่ากระป๋องประเภทไหนใช้แรงอัดมากสุดและสามารถอัดกระป๋องประเภทไหนได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับ 1 รอบการทำงานของเครื่อง

2.3.3 สรุปผลการศึกษาเกี่ยวกับกระป๋องได้ ดังนี้

2.3.3.1 กระป๋องประเภทที่ 1 ใช้แรงอัดเฉลี่ยมากที่สุดคือ 70 กิโลกรัมต่อกระป๋อง

2.3.3.2 จากการคำนวณ เครื่องอัดกระป๋องสามารถอัดกระป๋องประเภทที่ 1 ได้มากที่สุดคือ 15 กระป๋องต่อรอบ

2.3.3.3 จากการคำนวณแรงที่ใช้ในการออกแบบคือ 15x70 = 1050 กิโลกรัมแต่เนื่องด้วยระบบมีค่าแรงเสียดทานและสูญเสียพลังงานไปหลายด้านจึงต้องเพิ่มค่าความปลอดภัยเพิ่มอีก 150 กิโลกรัมดังนั้นแรงที่จะใช้ในการออกแบบระบบก็จะใช้ค่าแรง 1200 กิโลกรัมสำหรับเป็นโหลดในการออกแบบความดันใช้งานและคำนวณกำลังที่ใช้สำหรับระบบ

ภาพที่ 2.2 แสดงการนำกระป๋องบรรจุลงในบล็อคอัด

ภาพที่ 2.3 แสดงการนำฝาสำหรับอัดมาใส่บล็อกอัด

ภาพที่ 2.4 แสดงการเพิ่มน้ำหนักก่อนอัด

ภาพที่ 2.5 แสดงชุดทดสอบและกระป๋องที่อัดแล้ว

ตารางที่ 2.2 แสดงตารางน้ำหนักที่ใช้ในการอัดกระป๋อง

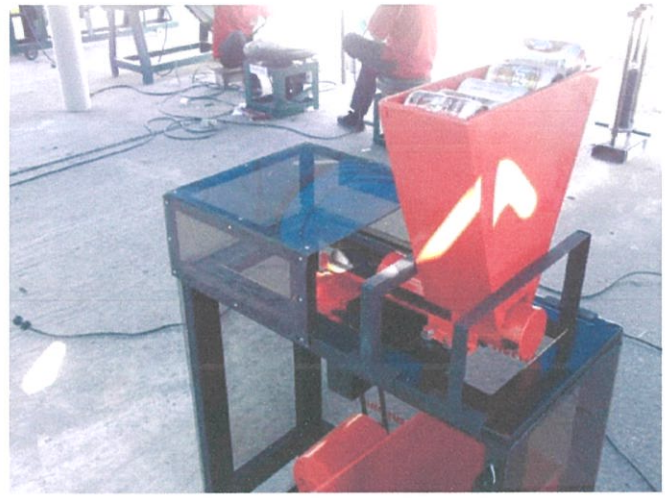
ประเภทของกระป๋อง	เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm)	ความสูง (cm)	แรงที่ใช้อัดเฉลี่ยต่อกระป๋อง(kg)
1	5.0	10	70
2	5.0	13	65
3	6.4	11.5	65
4	6.4	16.8	65

ตารางที่ 2.3 แสดงตารางความจุในการทำงานหนึ่งรอบและแรงที่ใช้อัด

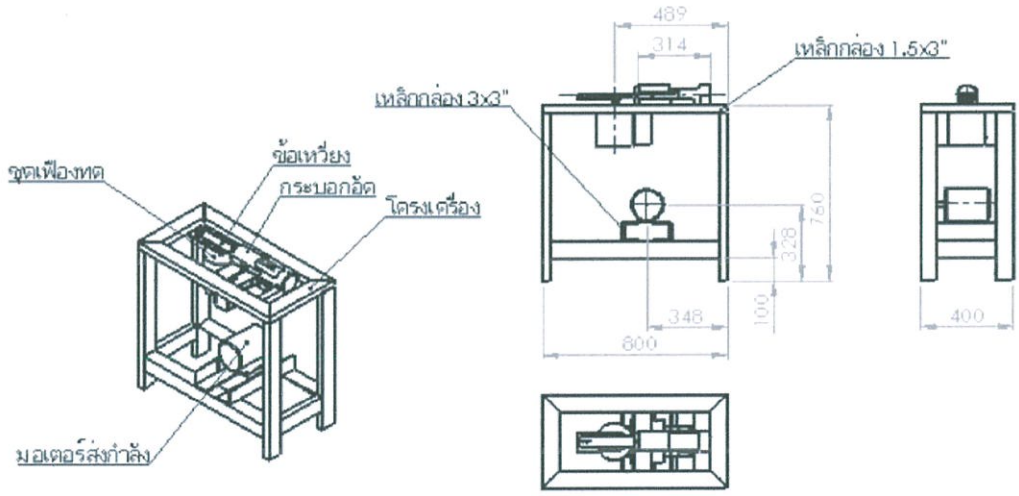
ประเภทของกระป๋อง	จำนวนกระป๋องที่อัดได้มากที่สุดในหนึ่งรอบ	แรงทั้งหมดที่ใช้อัด (kg)
1	15	1050
2	15	975
3	10	680
4	8	520

2.4 เครื่องอัดกระป๋องที่เคยมีมาก่อน

2.4.1 ส่วนประกอบของเครื่อง



ภาพที่ 2.6 แสดงภาพเครื่องอัดกระป๋องรุ่นก่อน



ภาพที่ 2.7 แสดงภาพฉายสามมิติเครื่องรุ่นก่อน [9]

2.4.2 หลักการทำงานของเครื่องรุ่นก่อน

2.4.2.1 นำกระป๋องที่จะอัดลำเลียงลงไปในปล่องเพื่อเตรียมสำหรับการอัด

2.4.2.1 หลังจากลำเลียงกระป๋องเสร็จแล้วเปิดเครื่องมอเตอร์จะทำการขับข้อเหวี่ยงให้ไปขับลูกสูบที่ใช้ในการอัดกระป๋อง

2.4.3 ผลการทดสอบเครื่อง

2.4.3.1 อัตราการบีบอัดของเครื่องเท่ากับ 120 กระป๋องต่อนาที

2.4.3.2 ความสามารถในการลดปริมาตรกระป๋องของเครื่องสามารถลดลงดังแสดงในตารางที่ 2.4

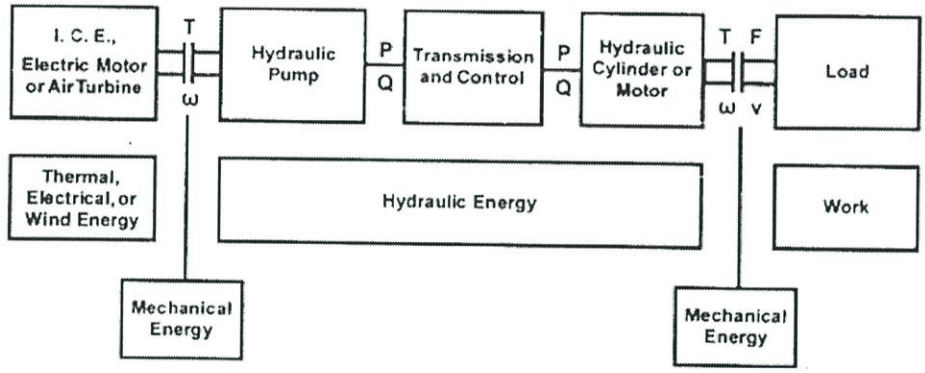
ตารางที่ 2.4 ตารางเปรียบเทียบก่อนและหลังอัดกระป๋อง

ครั้งที่	ความสูงก่อนอัด (cm)	ความสูงหลังอัด (cm)
1	12	4.0
2	12	3.8
3	12	4.2
4	12	4.0
5	12	3.9

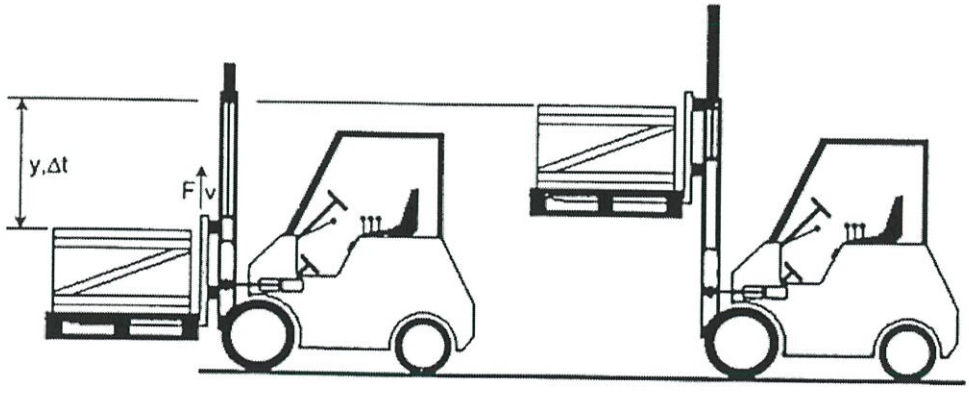
บทที่ 3
ทฤษฎีไฮดรอลิคเบื้องต้น

3.1 ระบบส่งกำลังไฮดรอลิค

ในระบบไฮดรอลิคกำลังจะถูกส่งผ่านโดยแรงดันของๆ ไหล ระบบนี้ใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงาน อุตสาหกรรม อุปกรณ์รถยนต์ เครื่องบิน ระบบควบคุมต่างๆในเรือ โดยการส่งกำลังของระบบไฮดรอลิคสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.1 หลักการของการส่งผ่านกำลังของระบบไฮดรอลิคสามารถอธิบายได้ด้วยรูปที่ 3.2 การยกโหลดขึ้นในแนวดิ่งของ Fork Lift ทีมีจุดเริ่มต้นของกำลังอยู่ที่มอเตอร์ส่งถ่ายกำลังไปยังของไหลในที่นี้คือน้ำมันไฮดรอลิค และผลสุดท้ายกำลังจะถูกส่งไปยังโหลดที่ถูกยก ดังแสดงในรูป 3.1



ภาพที่ 3.1 แสดงการส่งผ่านกำลังในระบบไฮดรอลิค [5]



ภาพที่ 3.2 แสดงการยกโหลดของรถยก [5]

หลักการของพลังงานไฮดรอลิค กำลังไฮดรอลิค และการส่งผ่านกำลังของระบบไฮดรอลิคสามารถอธิบายเบื้องต้นได้ดังนี้ Forklift ยกโหลดขึ้นในแนวดิ่งเป็นระยะทาง y และใช้เวลาในการยกทั้งหมด Δt และน้ำหนักที่ยกได้ทั้งหมดคือ F และสมมติให้ค่าความเสียดทานน้อยมาก และการยก

น้ำหนักยกขึ้นด้วยความเร็วคงที่ดังนั้นแรงที่กระทำต่อระบบ (F= mg) จากเงื่อนไขข้างต้นสามารถหางานที่กระทำโดย Forklift เป็นไปตามสมการ

$$W = Fy \tag{3.1}$$

และพลังงานศักย์ของโหลดจะเพิ่มขึ้นตามสมการ

$$E = mgy = Fy \tag{3.2}$$

โดยที่ E คือ พลังงานศักย์ที่โหลดได้รับเพิ่มขึ้น , J

F คือ แรงในแนวดิ่งที่ยกโดย Forklift , N

G คือ ค่าความเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลก, m/s^2

m คือ มวลที่ Forklift ยกขึ้นไปได้ , kg

W คือ งาน ,J

y คือ ระยะการกาะจัดในแนวดิ่ง , m

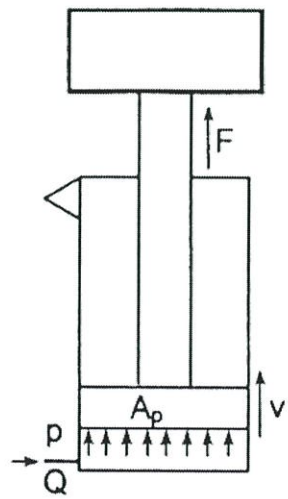
และจากนิยามของกำลังคืองานที่กระทำต่อหนึ่งหน่วยเวลาดั้งนั้นจากสมการ (3.2) สามารถเขียนความสัมพันธ์ของกำลังและงานได้ดังนี้

$$N = Fy/\Delta t = Fv \tag{3.3}$$

โดยที่ N คือ กำลังเชิงกลที่ Forklift ส่งไปยังโหลด , W

V คือ ความเร็วในการยกโหลด , m/s

โหลดถูกยกด้วยกระบอกสูบไฮดรอลิค กระบอกสูบไฮดรอลิคกระทำต่อวัตถุด้วยแรง (F) และดันขึ้นไปด้วยความเร็ว (V) ดังรูปที่ 3.3 แสดงการกระทำของกระบอกสูบไฮดรอลิคที่กระทำต่อวัตถุโดยการชักออกของกระบอกไฮดรอลิคเป็นผลมาจาก ความดันของน้ำมันไฮดรอลิค และชักกลับของกระบอกสูบไฮดรอลิคเป็นผลมาจากน้ำหนักของวัตถุที่กดทับอยู่ด้านบน น้ำมันไหลเข้ากระบอกสูบ กระบอกสูบไฮดรอลิคเป็นผลมาจากน้ำหนักของวัตถุที่กดทับอยู่ด้านบน น้ำมันไหลเข้ากระบอกสูบด้วยอัตราการไหล(Q) และสมมติให้



ภาพที่ 3.3 แสดงจังหวะยกวัตถุขึ้นไปด้านบนของกระบอกสูบ [5]

กระบอกสูบไม่มีแรงเสียดทานแรงดันที่ขับให้กระบอกสูบชักออกคือ (F = pA_p) ในช่วงระยะเวลา(Δt) ลูกสูบเคลื่อนที่ได้ระยะในแนวดิ่ง(y) ปริมารตน้ำมันที่ไหลเข้ากระบอกสูบในช่วงเวลา (Δt) เท่ากับ V = A_py ดังนั้นอัตราการไหลของน้ำมันที่เข้ากระบอกสูบสามารถเขียนได้เป็นสมการดังนี้

$$Q = \frac{V}{\Delta t} = \frac{A_p y}{\Delta t} = A_p v \qquad (3.4)$$

สมมติให้กระบอกสูบไฮดรอลิคมีความเสียดทานน้อยมากดังนั้นเราจะหาความสัมพันธ์ของพลังงานได้ดังนี้

$$\mathrm{N} = \mathrm{Fv} = pA_p \; Q/A_p = Qp \qquad (3.5)$$

โดยที่ A_p คือ พื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ , m^2

p คือ ความดันขาข้าวของน้ำมันไฮดรอลิค Pa

Q คือ อัตราการไหลของระบบ , $\frac{m^3}{s}$

V คือ ปริมาตรที่ลูกสูบเคลื่อนที่ผ่าน , m^3

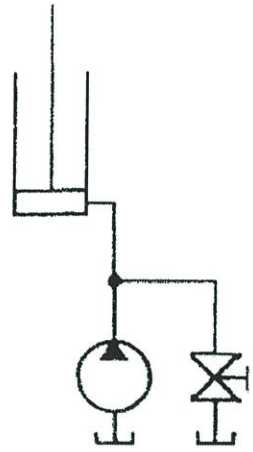
3.2 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบไฮดรอลิค

จากรูปที่ 3.4 แสดงวงจรของระบบไฮดรอลิคแบบพื้นฐาน ซึ่งมีทั้งแบบที่เขียนเป็นสัญลักษณ์และแบบที่แสดงภาพตัดขวางอุปกรณ์ไฮดรอลิคแต่ละชนิดดังภาพ และสามารถอธิบายการทำงานของวงจรในรูปที่ 3.4 ได้ดังนี้

1. ต้นกำลังให้กำลังแก่ระบบโดยกำลังที่ผ่านปั๊มจะเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฮดรอลิค
2. พลังงานในระบบจะถูกส่งผ่านไปทางท่อและสายไฮดรอลิคโดยพลังงานไฮดรอลิคที่ถูกส่งไปในระบบจะสามารถควบคุมได้ด้วยวาล์วต่างๆและในวงจรนี้ก็มีวาล์วประกอบอยู่ทั้งหมด 3 ประเภท คือวาล์วควบคุมความดัน วาล์วควบคุมทิศทาง วาล์วควบคุมอัตราการไหล
3. ระบบควบคุมจะสั่งงานไปยังกระบอกสูบไฮดรอลิคซึ่งกระบอกสูบไฮดรอลิคจะเปลี่ยนพลังงานไฮดรอลิคกลับมาเป็นพลังงานกลอีกครั้ง [5]

3.3 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิค

ไฮดรอลิค(Hydraulics) เป็นคำที่มาจากภาษากรีก จากคำว่า ไฮดรอ (Hydor) ซึ่งแปลว่าน้ำ สำหรับในทางทัศนะทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะเป็นศาสตร์ที่กี่ยวกับการเคลื่อนที่ และการหยุดนิ่งของของไหล เป็นการส่งถ่ายกำลังของไหลที่ใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องยนต์กลไกต่างๆ เช่นในรถยนต์ ในเครื่องบินและเครื่องจักรกลต่างๆ เป็นต้น ไฮดรอลิคก็เช่นเดียวกับนิวแมติกที่สามารถทำให้เกิดการเคลื่อนที่ทางตรง หรือเกิดการหมุนได้จากการออกแบบวงจรวงจรที่เหมาะสมวงจรไฮดรอลิคมีตั้งแต่วงจรง่ายๆ จนถึงวงจรที่ซับซ้อนมากขึ้นจะเป็นภาพที่ 3.4



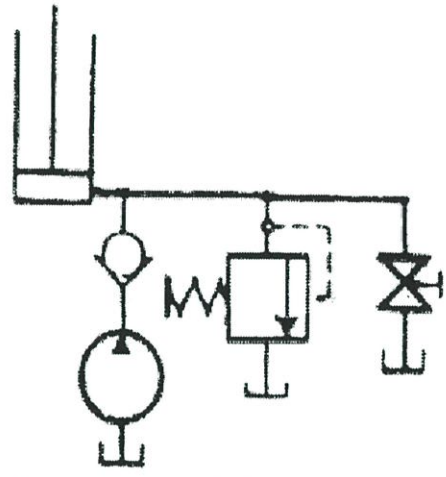
ภาพที่ 3.4 แสดงการทำงานของกระบอกสูบทางเดียว

จะเป็นแบบวงจรที่ง่ายสุดซึ่งประกอบไปด้วย ปั๊มไฮดรอลิคต่อโดยตรงเข้ากับกระบอกสูบไฮดรอลิค แบบทางเดียววาล์วควบคุม และถังพักน้ำมัน ปั๊มไฮดรอลิค เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานกลหรือไฟฟ้าให้เป็นของของไหล พลังงานที่ได้จากเครื่องปั๊มไฮดรอลิคจะไม่ได้เต็ม 100% เพราะจะมีการสูญเสียเกิดขึ้นในของไหลและแรงเสียดทานซึ่งทำให้เกิดความร้อนขึ้น ถ้าความสูญเสียเกิดมากขึ้นมีมาก ก็อาจต้องใช้ระบบหล่อเย็นเข้าช่วยเพื่อระบายความร้อนที่เกิดขึ้นปั๊มไฮดรอลิคโดยทั่วไปจะมีประสิทธิภาพการทำงานอยู่ระหว่าง 75 – 95 % การเลือกปั๊มไฮดรอลิคจะต้องเลือกปั๊มทีสามารถส่งถ่ายปริมาณของไหลอย่างเพียงพอต่อความต้องการ ทำให้เกิดการทำงานของกระบอกสูบหรือมอเตอร์ไฮดรอลิคได้ กระบอกสูบไฮดรอลิคและมอเตอร์ไฮดรอลิค เป็นส่วนทำงานที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ตามต้องการกระบอกสูบจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในแนวตรง หรือการเคลื่อนที่ในลักษณะหมุนไม่เกิน 360 องศาและที่ไม่ต่อเนื่อง ต่อมอเตอร์ไฮดรอลิคจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในลักษณะที่หมุนในทิศทางเดียวกันอย่างต่อเนื่องกระบอกสูบไฮดรอลิคจะมีทั้งกระบอกสูบทางเดียวและกระบอกสูบสองทางมีทั้งชนิดก้านสูบด้านเดียวและสองด้านเช่นเดียวกับกระบอกสูบนิวแมติก กระบอกสูบไฮดรอลิคทางเดียวใช้เมื่อต้องการควบคุมแรงด้านเดียวในจังหวะถอยกลับจะใช้สปริงหรือภารงานจากภายนอกช่วยดันให้ลูกสูบถอยกลับ สำหรับกระบอกสูบไฮดรอลิคสองทางนั้นใช้เมื่อต้องการควบคุมควบคุมการใช้แรงและความเร็วสองทิศทาง วาล์วที่ใช้สำหรับวงจรง่ายๆอย่างเช่นภาพที่ 3.5 มักจะเป็นวาล์วที่ควบคุมการทำงานด้วยมือ ในที่นี้เป็นวาล์วปิด/เปิดแต่วาล์วโดยทั่วไปที่สามารถหาได้จะควบคุมทิศการทำงานด้วยกลไก ไฟฟ้า ลมอัดหรือไฮดรอลิค แต่การควบคุมด้วยกลไก ไฟฟ้าและมือจะใช้กันมากสุด ถังพักหรือถังเก็บน้ำมันในระบบไฮดรอลิคมีความจำเป็นที่จะต้องมีถังพักหรือถังเก็บน้ำมัน เพื่อให้มีน้ำมันใช้ระบบอย่างเพียงพอในระบบไฮดรอลิคที่ไม่มีอุปกรณ์ที่ใช้ช่วยลดความร้อนของน้ำมัน ถังพักน้ำมันจะต้องทำหน้าที่ในการลดความร้อนให้น้ำมันได้ด้วยถังพักน้ำมันจึงต้องมีพื้นที่ผิวที่

ใหญ่พอที่จะทำหน้าที่นี้ได้และจะต้องใหญ่พอที่จะให้การไหลของน้ำมันไฮดรอลิคไหลช้าลงได้ ฝุ่นผงในน้ำมันจะได้ตกตะกอนและนอนก้นได้

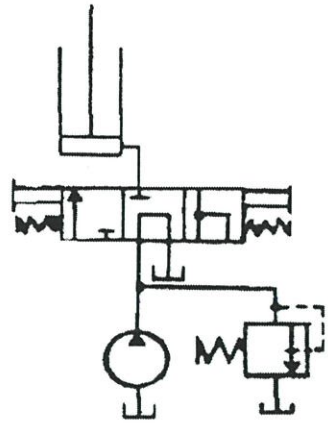
3.3.1 ระบบไฮดรอลิคที่ซับซ้อนขึ้น

ให้พิจารณาภาพที่ 3.4 จะต้องหยุดปั้มเมื่อต้องการหยุดการทำงานของกระบอกสูบ และจะต้องเปิดปั๊มให้ทำงานเมื่อต้องการให้กระบอกสูบทำงาน และเมื่อปั๊มทำงานต่อไป จะเกิดภาระงานมากเกินไป (Overload) ซึ่งในวงจรนี้ไม่ได้ใส่อุปกรณ์ป้องกันปัญหานี้ วาล์วปลดความดันที่ใส่เพิ่มเข้าไปในวงจรในภาพที่ 3.5



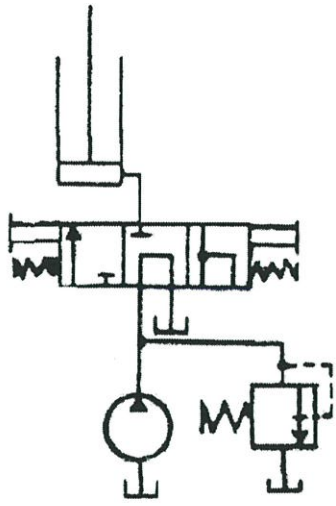
ภาพที่ 3.5 แสดงวงจรที่เพิ่มวาล์วปลดความดัน

ก็เพื่อแก้ปัญหานี้โดยเฉพาะ ซึ่งเกือบจะทุกวงจรจะขาดอุปกรณ์นี้เสียมิได้ วาล์วปลดความดันจะเป็นวาล์วที่ได้ตั้งขนาดความดันของระบบไว้เมื่อปั๊มทำงานไม่หยุด ความดันในระบบก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อความดันเพิ่มขึ้นและเริ่มมากกว่าความดันที่ตั้งไว้ วาล์วปลดความดันก็จะปล่อยน้ำมันลงถังพักน้ำมัน และจะพยายามรักษาความดันในระบบให้เท่ากับความดันที่ตั้งไว้ ส่วนวาล์วกันกลับนั้น ที่มีไว้ก็เพื่อป้องกันการไหลกลับของน้ำมันไฮดรอลิกสู่ปั๊มในกรณีที่มีการปั๊มด้วยมือ เมื่อต้องการระบายความดันออกจากระบบให้หมดเพื่อให้ลูกสูบถอยกลับก็ต้องเปิดวาล์วปิด/เปิด เพื่อให้น้ำมันไหลกลับสู่ถังพักน้ำมัน ในกรณีที่ปั๊มทำงานด้วยมอเตอร์จะมีอุปกรณ์เพิ่มมากกว่านี้ ภาพที่ 3.6 แสดงการใช้วาล์วควบคุมทิศทาง 3/3

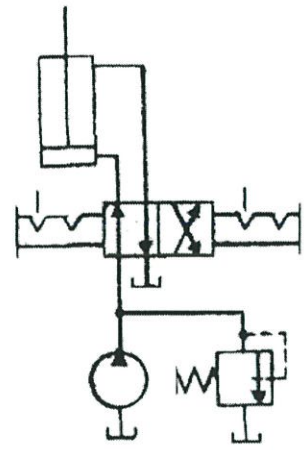


ภาพที่ 3.6 แสดงการใช้วาล์วควบคุมทิศทาง 3/3

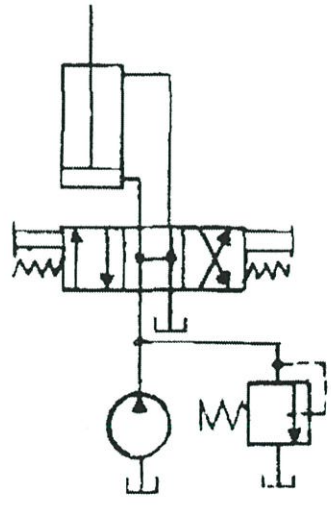
เมื่อวาล์วอยู่ในตำแหน่งกลาง น้ำมันจากปั๊มจะไหลผ่านวาล์วไปสู่ถังพักน้ำมันโดยตรงทำให้ไม่เสียพลังงานไป น้ำมันก็จะไม่ร้อนขึ้น ซึ่งจะแตกต่างจากกรณีที่น้ำมันไหลผ่านวาล์วปลดความดัน ซึ่งจะเกิดการสูญเสียความดันมาก และน้ำมันก็จะร้อนขึ้น เมื่อเลื่อนวาล์วไปทางขวากระบอกสูบจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แต่ถ้าเลื่อนวาล์วไปทางซ้ายหรือในทิศทางตรงกันข้าม กระบอกสูบจะต่อเข้าถังพักน้ำมันจะถอยหลัง และถ้าวาล์วอยู่ในตำแหน่งกลาง กระบอกสูบจะถูกปิดทางไหลของน้ำมันและจะหยุดอยู่ในตำแหน่งนั้นทันที การเลือกอุปกรณ์หรือวาล์วควบคุมทิศทางนั้นจะขึ้นอยู่กับความสามารถของการไหลความดัน การทำงานที่ต้องการและตัวกลางของของไหลที่ใช้ ขนาดของวาล์วไม่ควรขึ้นกับขนาดของปั๊มเพียงอย่างเดียว แต่จะขึ้นกับอัตราการไหลของน้ำมันโดยรวมคือ คิดจากอัตราการไหลของน้ำมันจากปั๊มและอัตราการไหลของน้ำมันจากการสะสมพลังงาน (Accumulator) ถ้าหากมีการใช้ถังสะสมพลังงานในระบบ หรือส่วนที่ทดแทนจากก้านสูบสองทาง นั่นก็คือ การเลือกขนาดของวาล์วจะต้องขึ้นอยู่กับการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกที่จะไหลผ่านวาล์วนั้นจริง ๆ การใช้วาล์ว 4/2 กระบอกสูบสองทางนั้นจะไม่เหมาะสมถ้ากระบอกสูบจะต้องทำงานอยู่เป็นเวลานาน เพราะน้ำมันจะต้องไหลจากปั๊มผ่านวาล์วปลดความดันไปยังถังพักน้ำมัน ดังแสดงดังภาพที่ 3.7 ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานไปโดยใช่เหตุ และจะเกิดความร้อนขึ้นกับน้ำมันด้วย จึงควรใช้วาล์ว 4/3 แทน ถ้าต้องการให้ลูกสูบหยุดอยู่ในระหว่างช่วงชัก ก็ควรใช้วาล์วควบคุมทิศทาง 4/3 ชนิดตรงกลางปิดดังภาพที่ 3.8 เพราะเมื่อวาล์วควบคุมทิศทางอยู่ในตำแหน่งกลางลูกสูบจะหยุดนิ่งอยู่กับที่ไม่อาจเคลื่อนที่หรือขยับเขยื้อนได้ถึงแม้จะมีแรงภายนอกมากระทำกับลูกสูบ เพราะทางเข้าของน้ำมันสู่กระบอกสูบทั้งสองทางถูกปิดหมด ที่ตำแหน่งนี้ปั๊มจะถูกต่อตรงไปที่ถังพักน้ำมัน และจะปั๊มน้ำมันสู้ถังพักน้ำมันตลอดเวลาที่วาล์วควบคุมอยู่ตำแหน่งนี้ ทำให้ไม่ต้องปิดมอเตอร์ แต่ถ้าต้องการให้ลูกสูบเป็นอิสระและแรงภายนอกสามารถทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ได้ ก็ต้องเปลี่ยนวาล์วควบคุมทิศทางเป็น 4/3 ชนิดตรงกลางเปิดดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.7 แสดงน้ำมันไหลจากปั๊มผ่านวาล์วปลดความดันไปยังถังพักน้ำมัน



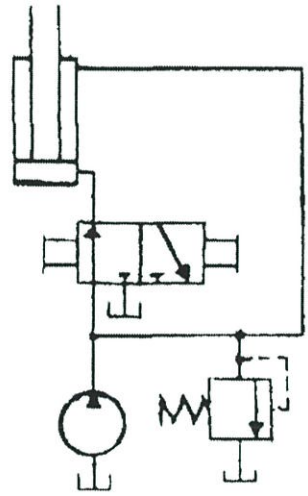
ภาพที่ 3.8 แสดงการใช้วาล์ว 4/2 กับกระบอกสูบสองทางภาพ



ภาพที่ 3.9 แสดงวาล์วควบคุมทิศทางเป็น 4/3 ชนิดตรงกลางเปิด

3.3.2 ความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบ

ความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบจะขึ้นอยู่กับขนาดของปั๊มและพื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ และเนื่องจากพื้นที่ของกระบอกสูบในจังหวะถอยหลังนั้น น้อยกว่าในจังหวะเดินหน้าอันเนื่องจากมีก้านสูบอยู่ ดังนั้นในช่วงจังหวะถอยหลังลูกสูบจึงวิ่งเร็วกว่า ถ้าก้านสูบมีพื้นที่เท่ากับครึ่งหนึ่งของพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ ความเร็วในการถอยหลังจะเป็นสองเท่าของความเร็วเดินหน้า ถ้าต้องการให้ความเร็วเท่ากัน ก็อาจใช้กระบอกสูบสองทางชนิดก้านสูบสองด้าน แต่ก็อาจจะเกะกะเนื้อที่และไม่เหมาะสมในการใช้งาน ทางเลือกหนึ่งที่อาจกระทำได้ คือ การให้ขนาดของพื้นที่หน้าตัดเป็นครึ่งหนึ่งของลูกสูบ แล้วต่อวงจรดังแสดงในภาพที่ 3.10 เนื่องจากทางเข้าของกระบอกสูบต่อเข้ากับปั๊มขณะเดินหน้าจึงขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัดด้านก้านสูบ กรณีนี้ใช้ได้ดีเมื่อต้องการช่วงชักยาวและต้องการก้านสูบโตเพื่อต้านทางต่อแรงกดดัน



ภาพที่ 3.10 แสดงขนาดของกระบอกสูบที่มีสองเท่าของก้านสูบ

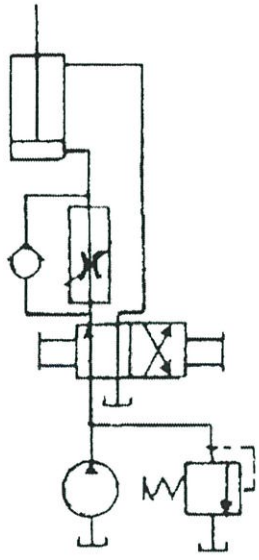
3.3.3 การควบคุมความเร็ว

การควบคุมความเร็วในการทำงานของกระบอกสูบ อาจกระทำได้โดยเปลี่ยนความเร็วของปั๊ม การควบคุมปริมาณการไหลของน้ำมันเข้าสู่กระบอกสูบโดยให้น้ำมันส่วนเกินไกลกลับสู่ถังพักน้ำมัน หรือการควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันออกจากกระบอกสูบ

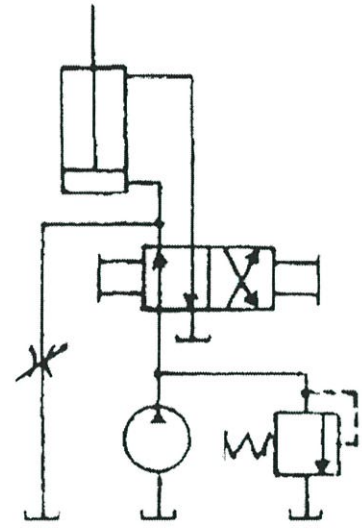
1. ที่ขนาดของปั๊มหนึ่งๆ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงความเร็วของปั๊ม อัตราการไหลของน้ำมันก็จะเปลี่ยนไป ทำให้ความเร็วของลูกสูบเปลี่ยนไปได้ เราอาจใช้วาล์วควบคุมอัตราการไหลในการควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันเข้าสู่กระบอกสูบเพื่อควบคุมความเร็วได้ ดังแสดงในภาพ 3.11 วิธีนี้มักใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของแท่นโต๊ะเครื่องจักรกล

2 . การควบคุมความเร็วของลูกสูบ โดยให้น้ำมันบางส่วนไหลออกไปสู่ถังเก็บ โดยวาล์วควบคุมการไหลที่สามารถปรับความเร็วการไหลได้ตามต้องการ ดังภาพที่ 3.12 วิธีการนี้นำไปใช้ในกระบวนการตัดแต่งชนิดดึง/ดัน (Broaching) และงานขัดละเอียด (Honing)

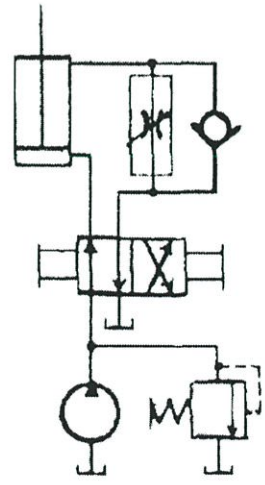
3. การควบคุมความเร็วของลูกสูบ โดยการควบคุมการไหลของน้ำมันที่ไหลออกจากกระบอกสูบ วิธีนี้ก็มีการนำไปใช้เช่นเดียวกัน และมักใช้กับงานเจาะ งานรีม และงานคว้าน ดังภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.11 แสดงวงที่ติดตั้งวาล์วควบคุมความเร็วก่อนเข้ากระบอกสูบ



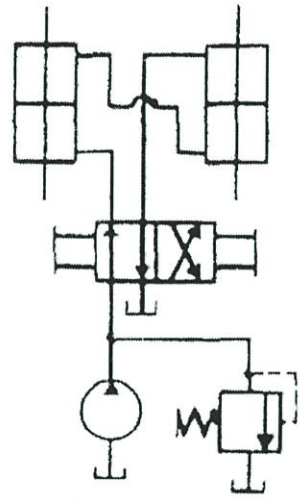
ภาพที่ 3.12 แสดงการควบคุมความเร็วโดยปล่อยน้ำมันลงถัง



ภาพที่ 3.13 แสดงการควบคุมอัตราไหลที่ไหลออกจากกระบอกสูบ

3.3.4 การให้กระบอกสูบทำงานพร้อมกัน

ตามทฤษฎี ถ้าการไหลของน้ำมันเท่ากันลูกสูบ 2 อัน หรือมากกว่าจะเคลื่อนที่ไปพร้อมกันโดยเพียงต่อขนานกันดังภาพที่ 3.14 แต่ในทางปฏิบัติแล้วไม่เป็นไปอย่างนั้น ที่เป็นเช่นนั้นก็อาจเนื่องมาจากภาระงานที่รับไม่เท่ากัน หรือถ้าเท่ากันก็อาจเนื่องมาจากแรงเสียดทานที่ไม่เท่ากันขนาดของกระบอกสูบและความดันตกคร่อมที่เกิดจากท่อและข้อต่อต่างๆ ที่ไม่เท่ากัน ทำให้เกิดแรงดันที่ไม่เท่ากัน ในการทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไปพร้อมกันการไหลที่ไม่เท่ากันเกิดขึ้นได้ ในการทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไปพร้อมกันนอกจากการต่อวงจร และยังมีอีกหลายวิธี เช่น การใช้มอเตอร์ไฮดรอลิค วาล์วแบ่งการไหล (Flow Dividers) ถังสะสมพลังงาน (Accumulators) วาล์วปรับอัตราการไหล (Flow Regulators) ใช้ปั๊มสองตัวและวาล์วควบคุมการไหล เป็นต้น



ภาพที่ 3.14 แสดงวงจรการทำงานของกระบอกสูบที่พร้อมกัน

3.3.5 การเลือกใช้ระบบไฮดรอลิกหรือนิวเมติก

ในระบบอัตโนมัติ อาจจะมีการเลือกใช้เฉพาะระบบไฮดรอลิกหรือระบบนิวเมติกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือใช้ทั้งสองระบบผสมผสานกันไปในระบบก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความประหยัดและความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน เพราะทั้งระบบไฮดรอลิกและนิวเมติกต่างก็มีทั้งข้อดีและข้อด้อยกว่ากันให้พิจารณาอยู่ อย่างไรก็ตามในขั้นเริ่มต้นของการพิจารณานั้น อย่างไรก็ตามในขั้นเริ่มต้นของการพิจารณา ข้อแนะนำให้มองไปที่ระบบนิวเมติกก่อน เพราะราคาของอุปกรณ์นั้นจะถูกกว่ามาก และการออกแบบระบบติดตั้ง และการบำรุงรักษา แต่ต้องแน่ใจว่าสามารถใช้งานตามจุดหมายที่ต้องการถ้าใช้ระบบนิวเมติกไม่ได้ จึงค่อยใช้ระบบไฮดรอลิก หรือระบบไฮดรอลิกร่วมกับนิวเมติกต่อไป แต่อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ต้องพิจารณาปัจจัยต่างๆ ของระบบที่มีผลต่อการนำไปใช้งาน ซึ่งพอจะสรุปดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระบบไฮดรอลิคและนิวเมติค

ปัจจัยที่ใช้พิจารณา	ระบบไฮดรอลิค	ระบบนิวเมติก
ความดันที่ใช้งาน	30-400 บาร์	6 บาร์
ประสิทธิภาพของพลังงาน	ดีเยี่ยม	ดี
ขนาด	กระทัดรัดกว่าเพราะใช้ความดันได้สูงถึง 400 บาร์	ใหญ่กว่าในที่ต้องการแรงดันเท่ากันเพราะถูกจำกัดด้วยความดันใช้งานเพียง 6 บาร์
การเคลื่อนที่ทางตรง	ง่ายมากในการออกแบบ	ง่ายมากในการออกแบบ
ความเร็วในการเคลื่อนที่	ช้ากว่ามาก	เร็วมาก
ความเที่ยงตรงในการเคลื่อนที่	ดีเยี่ยม	ปลานกลาง
ราคาอุปกรณ์	แพงกว่ามาก	ถูก
ท่อส่งในระบบ	เป็นพวกโลหะส่วนมาก จึงแพงกว่ามาก	เป็นท่อพลาสติกอ่อน ซึ่งถูกมาก
แหล่งพลังงาน	ต้องการปั๊มไฮดรอลิกที่ใช้ในแต่ละระบบโดยเฉพาะ	มีปั๊มลมตัวเดียวสามารถใช้ได้กลับหลายระบบ
การอัดตัว	อัดตัวไม่ได้	อัดตัวได้

3.3.6 การนำระบบไฮดรอลิกไปใช้งาน

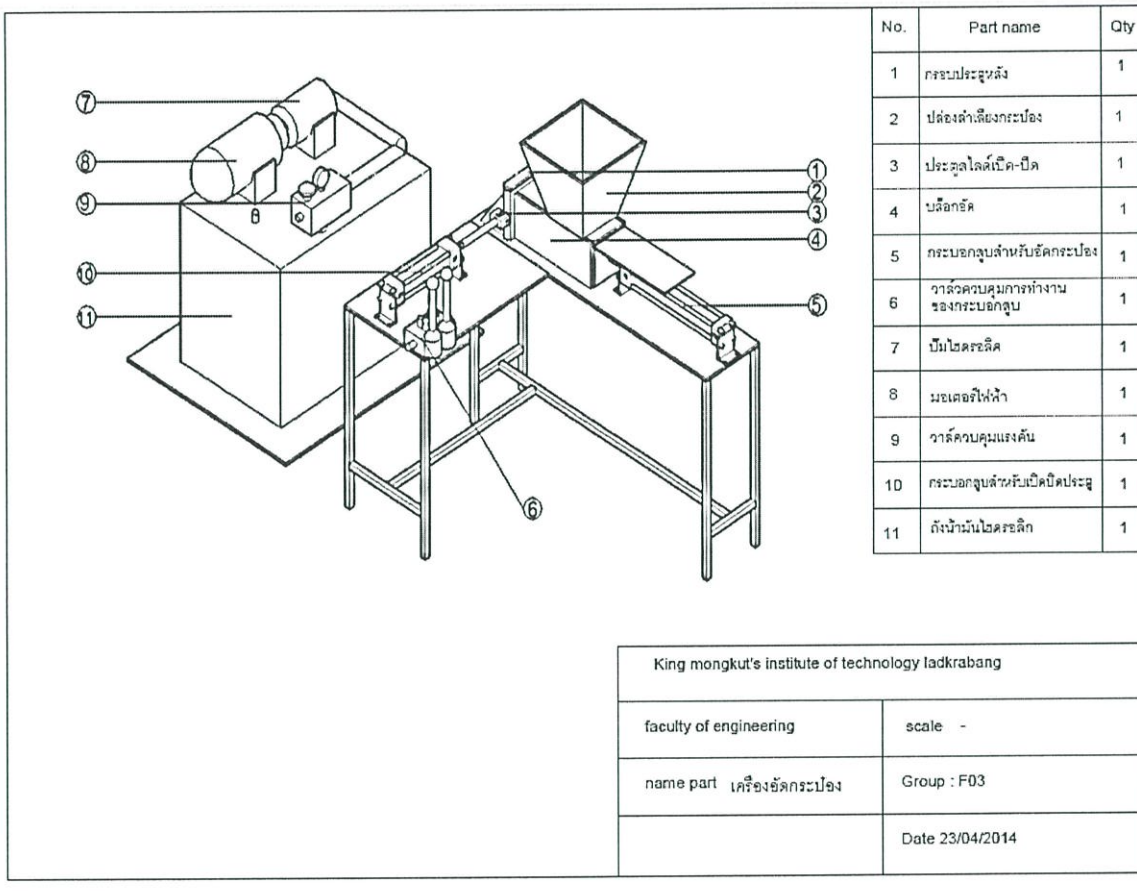
ระบบไฮดรอลิกมีลักษณะที่ดีหลายอย่างดังได้กล่าวมาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการส่งถ่ายพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูง และความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนที่ให้ความเทียงสูง จึงทำให้มีการนำเอาระบบไฮดรอลิกไปใช้เกือบทุกวงการที่เกี่ยวข้อง เป็นต้นว่า ในอุตสาหกรรมเครื่องกลขนาดใหญ่ มีการนำระบบไฮดรอลิกไปใช้ในการจับชิ้นงาน การป้อนมีดตัดแต่งและการควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ของมีดตัดแต่ง เป็นต้นว่า เครื่องกัดซีเอ็นซี มีการนำระบบไฮดรอลิกขับเคลื่อน ตักดิน ยก และจับสิ่งของ เช่นรถตักดิน เป็นต้น ในอุตสาหกรรมยายยนต์ มีการนำระบบไฮดรอลิกไปใช้รถขนและอัดขยะ รถดั๊มพ์ รถบดถนน เป็นต้น ในส่วนอุตสาหรรมขนาดหนัก เช่น โรงงานหล่อหลอมและรีดเหล็ก มีการใช้ในการปิดเปิดเตาหลอม ใช้ระบบไฮดรอลิกในการปรับระยะลูกรีด เครื่องจักรกลการเกษตรต่างๆ เช่น รถเกี่ยวข้าว ก็มีการใช้ระบบไฮดรอลิกในการขัดเคลื่อนชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆในการทำหน้าที่ของมัน เครื่องจักรกลในการผลิตชิ้นส่วนพลาสติก เช่นเครื่องฉีดพลาสติก ก็เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งที่มีการนำเอาระบบไฮดรอลิกไปใช้งานค่อนข้างมาก ตารางที่ 14.2 เป็นความดันของระบบไฮดรอลิกที่ใช้ในเครื่องจักรกลต่างๆและงานต่างๆ ส่วนรูปที่ 3.2 เป็นตัวอย่างของการนำเอาระบบไฮดรอลิกไปใช้งานตามที่กล่าวมาแล้ว

ตารางที่ 3.2 แสดงชนิดของเครื่องจักรและความดันที่ใช้

เครื่องจักร/อุปกรณ์	ความดัน บาร์
รถแทรกเตอร์	200
รถขุด รถเกรด	100-250
เครื่องฉีดพลาสติก	100-300
โรงงานเหล็กเหนี่ยว	100-300
เครื่องทดสอบความแข็งแรงของวัสดุ	300-800
เครื่องพับ	250-300
อุปกรณ์จับยึด	10-600
เครื่องเซาะร่อง	50-110
เครื่องเจาะ	40-60
เครื่องอีดเศษเหล็ก	320

บทที่ 4
ส่วนประกอบของเครื่องอัดกระป๋อง

4.1 ส่วนประกอบของเครื่องอัดกระป๋อง



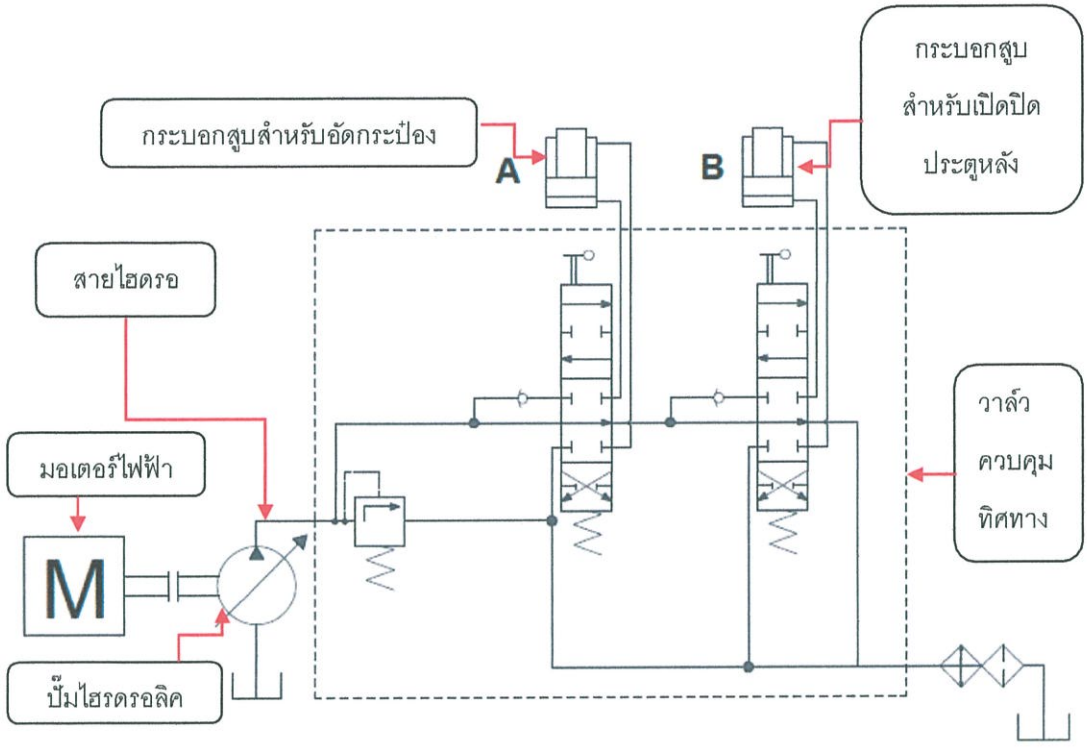
No.	Part name	Qty
1	กระบะประจุหลัง	1
2	ปล่องลำเลียงกระป๋อง	1
3	ประตูสไลด์เปิด-ปิด	1
4	บล็อกยึด	1
5	กระบอกสูบสำหรับยึดกระป๋อง	1
6	วาล์วควบคุมการทำงานของกระบอกสูบ	1
7	ปั๊มไฮดรอลิค	1
8	มอเตอร์ไฟฟ้า	1
9	วาล์วควบคุมแรงดัน	1
10	กระบอกสูบสำหรับเปิดปิดประตู	1
11	ถังน้ำมันไฮดรอลิก	1

King mongkut's institute of technology ladkrabang	
faculty of engineering	scale -
name part เครื่องยัดกระป๋อง	Group : F03
	Date 23/04/2014

ภาพที่ 4.1 แสดงส่วนประกอบของเครื่องอัดกระป๋องระบบไฮดรอลิค

ระบบไฮดรอลิคที่ควบคุมการทำงานของเครื่องอัดกระป๋อง มีส่วนประกอบต่างๆ ดังรูปที่ 4.2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ถังเก็บน้ำมันไฮดรอลิค (reservoir) ทำหน้าที่เป็นที่พักน้ำมันขจัดสิ่งสกปรก ขจัดฟองอากาศ และระบายความร้อนของน้ำมันไฮดรอลิค ประกอบด้วยถังพักน้ำมันไฮดรอลิค ไส้กรองน้ำมันไฮดรอลิค ที่ใช้กับถังน้ำมันขนาด 110 ลิตร



ภาพที่ 4.2 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบไฮดรอลิค

2. อุปกรณ์สร้างการไหล (transferring component) ทำหน้าที่สร้างอัตราการไหลของน้ำมัน ประกอบด้วย ปั๊มไฮดรอลิค ที่มีอัตราการไหล 15 ลิตรต่อนาที

3. อุปกรณ์ต้นกำลังไฮดรอลิค (primary component) ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนปั๊มน้ำมันไฮดรอลิคเพื่อส่งจ่ายให้แก่ระบบไฮดรอลิค ได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 4 กิโลวัตต์

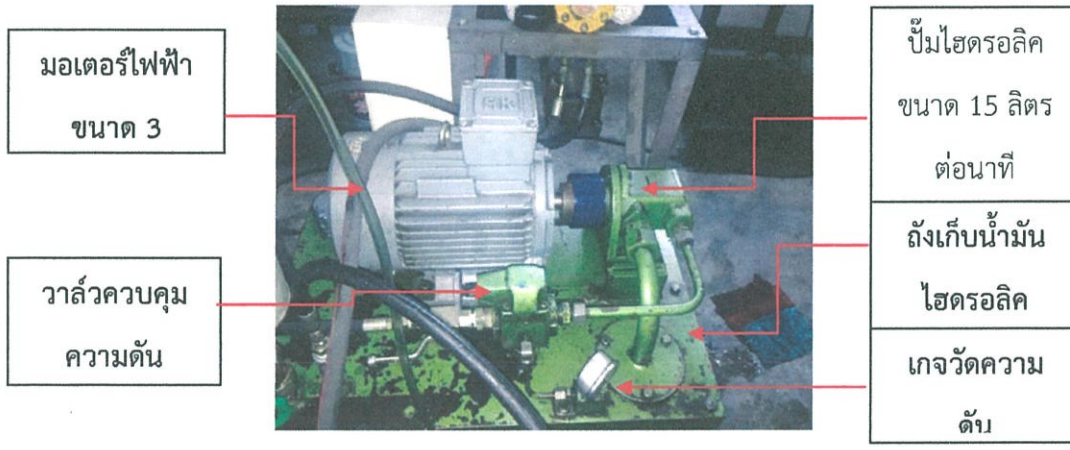
4. อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (actuator or working component) หมายถึงวาล์วควบคุมชนิดต่างๆในระบบไฮดรอลิค เช่นวาล์วควบคุมทิศทางของการไหลใช้ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของก้านสูบ วาล์วควบคุมอัตราการไหลใช้จำกัดปริมาณน้ำมันที่เข้าลูกสูบเพื่อควบคุมความเร็วของก้านสูบ วาล์วความคุมความดันใช้ควบคุมความดันในระบบ

5. อุปกรณ์การทำงาน (actuator or working component) ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังของการไหลให้เป็นกำลังงานกล ในกระบอกสูบไฮดรอลิค จะส่งแรงไปยังกระบอกอัดสาร โดยด้านบนของกระบอกจะมีรูไว้ต่อสายยางที่ใช้ส่งสารไปยังกระบอกอัดกระป๋อง

6. อุปกรณ์ในระบบท่อ (piping system) ทำหน้าที่เป็นท่อทางการไหลของน้ำมันไฮดรอลิค ในระบบประกอบด้วย ท่อสายน้ำมันไฮดรอลิคขนาดตวามยาว 5 เมตร

4.1.1 ส่วนประกอบหลักและหลักการทำงานของชุดต้นกำลัง

ประกอบไปด้วย ถงน้ำมันไฮดรอลิค ความจุ 100 ลิตร ด้านบนถังติดปั๊มไฮดรอลิคที่มีอัตราการไหล 15 ลิตรต่อนาที ขับด้วยมอเตอร์ขนาด 3 กิโลวัตต์ 380 โวลต์ มีไส้กรองถังน้ำมันติดด้านบนของปั๊มและมีมิเตอร์สำหรับดูน้ำมันและอุณหภูมิ ซึ่งมีรูปร่างรูปทรงส่วนประกอบภายนอกดังแสดง ในรูป 4.3



ภาพที่ 4.3 แสดงภาพชุดต้นกำลัง

4.1.2 ส่วนประกอบหลักการทำงานของชุดอัดกระป๋อง

ประกอบด้วย กระบอกสูบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร จำนวน 2 กระบอก โดยกระบอกแรกจะทำหน้าที่เป็นตัวอัดกระป๋องและดันกระป๋องออกจากบล็อคอัด ส่วนกระบอกที่ 2 จะทำหน้าสำหรับเปิดแผ่นกั้นด้านหลังบล็อกอัดเพื่อนำกระป๋องที่อัดแล้วออกมาเก็บได้และปิดแผ่นกั้นเพื่อเตรียมการอัดกระป๋องครั้งต่อไป โดยกระบอกสูบจะถูกควบคุมด้วยวาล์วคอนโทลประเภท 4/3 แบบ 2 แกน ขนาด 3 หุน ดังแสดงในรูปที่ 4.4

ภาพที่ 4.4 แสดงส่วนประกอบชุดการทำงาน

4.1.3 ส่วนประกอบหลักสำหรับบล็อกอัด

ประกอบด้วย ปล่องสำหรับลำเลียงกระป๋องให้ลงมาสู่ช่องอัดที่อยู่ด้านล่าง และบล็อคสำหรับเป็นแม่พิมพ์ในการอัดโดยมีขนาดกว้างเท่ากับ 16 เซนติเมตร สูง 14 เซนติเมตร และยาว 28 เซนติเมตร และส่วนประกอบสุดท้ายของบล็อกอัดคือ โต๊ะรูปตัว L ดังแสดงรูปที่ 4.5

ภาพที่ 4.5 ภาพแสดงส่วนประกอบของบล็อคอัด

4.2 การคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์

4.2.1 การคำนวณหาขนาดของปั๊มไฮดรอลิค

การคำนวณหาขนาดของปั๊มทำได้โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$Q = A_p v \tag{4.1}$$

$$Q = 12.57 \times 10^{-4} m^2 \times .2\, {}^{m}/_{s}$$

$$Q = 2.514 \times 10^{-4}\ m^3/s$$

$$Q = \left(2.514 \times \frac{10^{-4} m^3}{s}\right) \times \left(\frac{10^{-3}\ lite}{1m^3}\right) \times \left(\frac{60s}{min}\right)$$

$$Q = 15\ lite/min$$

Model Series	Ring Size Delivery at 1200 r/min & 7 bar (100 psi) USgpm	Geometric Displacement cm^3/r (in^3/r)	Delivery at 1500 r/min & 7 bar (100 psi) L/min (USgpm)	Maximum Pressure bar (psi)	Maximum Speed rpm	Minimum Speed rpm	Weight kg (lb)
HV10 HV10F HV10P	1	3.3 (0.20)	4.70 (1.25)	172 (2500)	4800	650	
	2	6.6 (0.40)	9.40 (2.50)	172 (2500)	4500	650	
	3	9.8 (0.60)	14.20 (3.75)	172 (2500)	4000	650	
	4	13.1 (0.80)	18.90 (5.00)	172 (2500)	3400	650	4.5 - 6.8
	5	16.4 (1.00)	23.60 (6.25)	172 (2500)	3200	650	(10 - 15)
	6	19.5 (1.19)	28.40 (7.50)	152 (2200)	3000	650	
	7	22.8 (1.39)	33.10 (8.75)	138 (2000)	2800	650	
HV20 HV20F HV20P	5	16.4 (1.00)	23.60 (6.25)	172 (2500)	3400	650	(10 - 15)
	6	19.5 (1.19)	28.39 (7.50)	172 (2500)	3400	650	
	7	22.8 (1.39)	33.11 (8.75)	172 (2500)	3000	650	
	8	26.5 (1.62)	37.85 (10.00)	172 (2500)	2800	650	
	9	29.7 (1.81)	42.57 (11.25)	172 (2500)	2800	650	7.3 - 8.2
	11	36.4 (2.22)	52.04 (13.75)	172 (2500)	2500	650	(16 - 18)
	12	39.0 (2.38)	56.77 (15.00)	152 (2200)	2400	650	
	13	42.4 (2.59)	61.50 (16.25)	152 (2200)	2400	650	

ภาพที่ 4.6 แสดงแคตตาล็อกของปั๊มไฮดรอลิค

4.2.2 การคำนวณหาความดันที่ใช้งานในระบบ

ก่อนที่จะสามารถคำนวณหาความดันที่ใช้ในระบบเราต้องรู้ตัวแปรสองค่าคือ

- ขนาดของกระบอกสูบ
- แรงที่ใช้ในระบบ

ดังนั้นเราจึงทำการเลือกกระบอกสูบก่อนโดยสามารถเลือกจากตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงขนาดของกระบอกสูบไฮดรอลิค

CYLINDER ORDERING CODE

100/	56/	250	+R	+F
①	②	③	④	⑤	⑥

① SEAL TYPE
C = Standard
CB = Special Teflon

② Piston Diameter in mm.

③ Rod Diameter in mm.

CYLINDER			
Piston Ø (mm.)	Area (cm^2.)	Rod Ø (mm.)	Area (cm^2.)
40	12.57	22	3.8
50	19.64	28	6.16
63	31.17	36	10.18
80	50.27	45	15.9
100	78.54	56	24.63
125	122.72	70	38.48
150	176.72	90	63.62
160	201.06	90	63.62
200	314.16	110	95.03
250	490.88	140	153.94
300	706.86	140	153.94

จากตาราง 4.1 เราสามารถเลือกกระบอกสูบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 4 cm จะได้พื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบเท่ากับ 12.57 cm^2 เมื่อเรารู้ว่าจะใช้กระบอกสูบขนาดไหนแล้วเราก็สามารถคำนวณหาค่าความดันได้เนื่องจากแรงที่ใช้ในระบบเราได้ทำการศึกษามาก่อนหน้าแล้วในบทที่ 2 และแรงที่เราจะใช้ในการคำนวณความดันมีค่าเท่ากับ 1200 กิโลกรัม หรือประมาณ 12000 นิวตันและสามารถคำนวณความดันที่ใช้ในระบบได้จากสมการ

$$\mathrm{P} = \frac{F}{A} \tag{4.2}$$

$$\mathrm{P} = \frac{12000N}{12.57\times10^{-4}m^2}$$

$$\mathrm{P} = 100\ bar$$

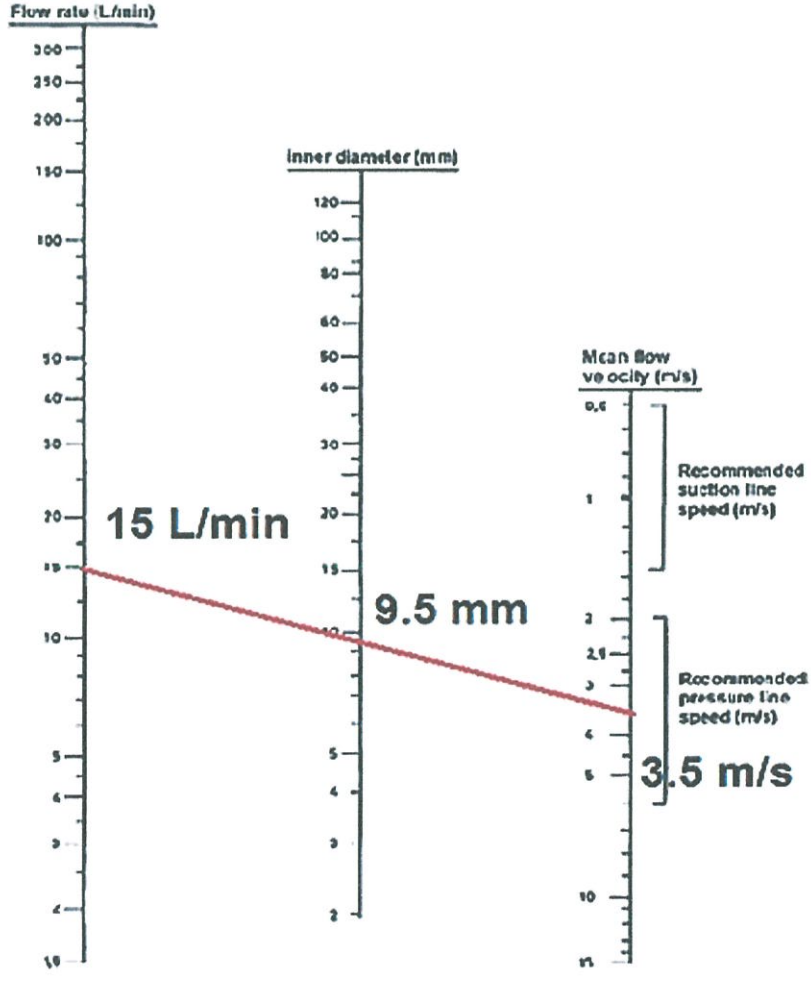
ดังนั้น สรุปได้ว่าความดันที่ใช้ในระบบคือ 100 บาร์

4.2.3 การหาขนาดของสายไฮดรอลิค

การเลือกขนาดใช้สายไฮดรอลิคให้มีขนาดที่เหมาะสมก็เป็นสิ่งสำคัญสำหรับระบบไฮดรอลิคเช่นเดียวกับการเลือกอุปกรณ์ไฮดรอลิคชนิดอื่นเช่นกันเพราะถ้าเราเลือกขนาดสายไฮดรอลิคที่ขนาดใหญ่เกินไปก็จะเป็นการสิ้นเปลืองโดยใช่เหตุแต่ถ้าเราเลือกสายไฮดรอลิคที่มีขนาดเล็กเกินไปก็จะทำให้เกิด Pressure drop มากเกินไปนั่นหมายความว่าค่าไฟที่เราต้องจ่ายและขนาด Motor ที่เราใช้ก็ต้องมากตามไปด้วยดั้งนั้นเราจึงควรเลือกขนาดสายไฮดรอลิคให้เหมาะสมกับการใช้งานในการเลือกขนาดสายไฮดรอลิคควรคำนึงถึงปัจจัยต่างๆดังต่อไปนี้

1. อัตราการไหลของระบบ (15 lite/min)
2. อัตราเร็วของน้ำมันไฮดรอลิค (3.5 m/s)

เมื่อกำหนดตัวแปลทั้ง 2 อย่างแล้วลากจุดเชื่อมระหว่างกราฟอัตราการไหลและกราฟความเร็วจุดตัดระหว่างกราฟขนาดสายและกราฟที่ลากขึ้นมาใหม่ก็คือค่าขนาดของสายที่เราต้องการ



ภาพที่ 4.7 แสดงโมโนกราฟ

จุดตัดของโมโนกราฟด้านบนจะได้ขนาดของสายไฮดรอลิคที่ใช้คือ 9.5 มิลลิเมตร หรือประมาณ 3 หุน

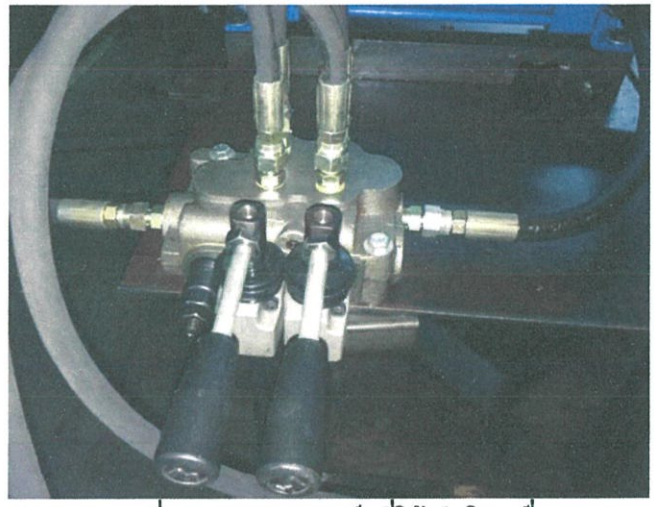
4.2.4 การเลือกวาล์วควบคุมทิศทาง

การเลือกใช้งานวาล์วควบคุมทิศทางมีเงื่อนไขการเลือกจากทฤษฎีการเลือกวาล์ว เราสามารถสรุปค่าต่างๆ ประกอบการเลือกวาล์วได้ดังนี้

4.2.4.1 อัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิค จากการคำนวณอัตราการไหลสำหรับใช้ในระบบ ได้อัตราการไหลของระบบเท่ากับ 15.5 ลิตรต่อนาที

4.2.4.2 การใช้งาน จากการออกแบบเครื่อง เครื่องอัดกระป๋องที่เราออกแบบจะประกอบด้วยกระบอกสูบสองตัวแต่มีชุดต้นกำลัง 1 ชุดและตอนใช้งานเราออกแบบให้กระบอกสูบค้างที่ตำแหน่งกลางได้

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า เราจึงเลือกใช้วาล์วที่มีอัตราการไหลไม่เกิน 30 ลิตรต่อนาที ประเภท 4/3 แบบ 2 แกน ขนาด 3/8 นิ้ว



ภาพที่ 4.8 แสดงรูปวาล์วที่ใช้จริงในเครื่อง

4.2.5 การคำนวณหาขนาดของมอเตอร์

การคำนวณหาขนาดมอร์เตอร์สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\eta_p = \frac{\text{out put of pump}}{\text{in put to pump}} \tag{4.3}$$

$$\eta_p = \frac{\text{out put of pump}}{\text{out put of mortor}}$$

$$\text{out put of mortor} = \frac{PQ}{\eta_p}$$

$$\text{out put of mortor} = \frac{100 \times 10^5 \times 2.514 \times 10^{-4}}{.85}$$

$$\text{out put of mortor} = 2.9 \text{ kw}$$

ดังนั้นเราจึงเลือกขนาด มอเตอร์ให้มีขนาดมากกว่า 2.9 กิโลวัตต์

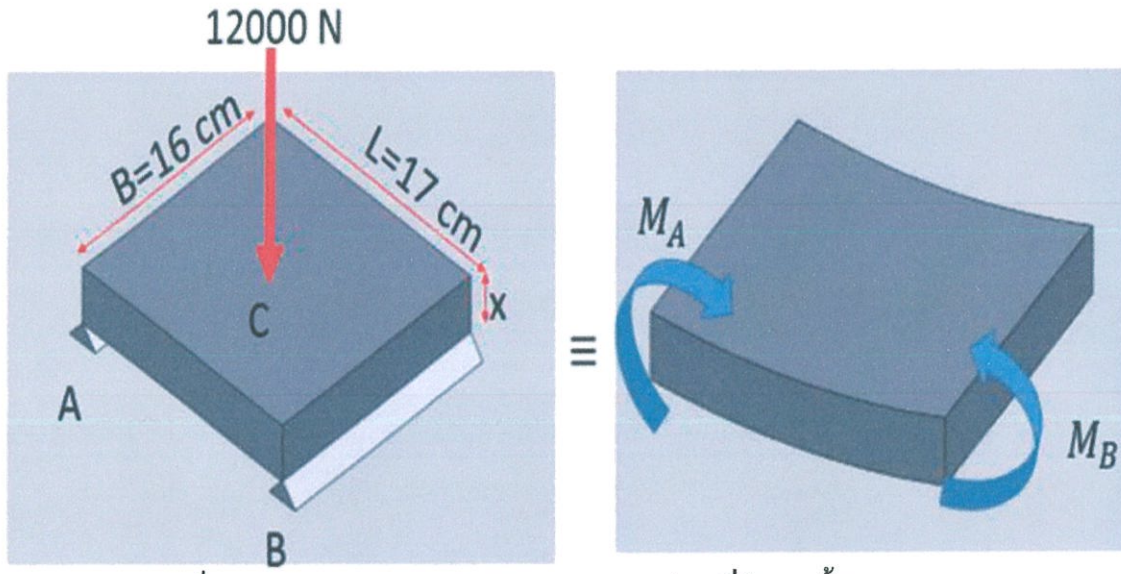
Technical Data QY2 Series — *4 POLE*

OUT PUT HP-KW	TYPE DESIGNATION	FRAME SIZE	SPEED r / min	Efficiency %	POWER FACTOR Cos.Φ	CURRENT I_n (A)	CURRENT I_s/I_n	TORQUE T_n (N.m)	TORQUE T_s/T_n	TORQUE T_{max}/T_n	dB (A)	Weight (Kg)
0.18 / 0.12	QY2 - 631 - 4	63	1400	57.0	0.72	0.4	4.4	0.82	2.1	2.2	52	13
0.25 / 0.18	QY2 - 632 - 4	63	1400	60.0	0.73	0.6	4.4	1.23	2.1	2.2	52	13.5
0.37 / 0.25	QY2 - 711 - 4	71	1400	65.0	0.74	0.8	5.2	1.71	2.1	2.2	55	14
0.55 / 0.37	QY2 - 712 - 4	71	1400	67.0	0.75	1.1	5.2	2.54	2.1	2.2	55	14.5
0.75 / 0.55	QY2 - 801 - 4	80	1390	71.0	0.75	1.6	5.2	3.78	2.4	2.3	58	15
1 / 0.75	QY2 - 802 - 4	80	1390	73.0	0.77	2.0	6.0	5.15	2.4	2.3	58	16
1.5 / 1.1	QY2 - 90S - 4	90S	1400	75.0	0.77	2.9	6.0	7.50	2.3	2.3	61	23
2 / 1.5	QY2 - 90L - 4	90L	1400	78.0	0.79	3.7	6.0	10.23	2.3	2.3	61	25
3 / 2.2	QY2 - 100L1 - 4	100L	1420	80.0	0.81	5.2	7.0	14.80	2.3	2.3	64	33
4 / 3	QY2 - 100L2 - 4	100L	1420	82.0	0.82	6.8	7.0	20.18	2.3	2.3	64	35
5.5 / 4	QY2 - 112M - 4	112M	1440	84.0	0.82	8.8	7.0	26.53	2.3	2.3	65	41
7.5 / 5.5	QY2 - 132S - 4	132S	1440	85.0	0.83	11.8	7.0	36.48	2.3	2.3	71	65
10 / 7.5	QY2 - 132M - 4	132M	1440	87.0	0.84	15.6	7.0	19.74	2.3	2.3	71	76

ภาพที่ 4.9 แสดงคาตาล็อคของมอเตอร์

4.2.6 การคำนวณหาความหนามากที่สุดของเหล็ก

เนื่องจากเครื่องอัดกระป๋องที่ได้จัดทำขึ้นนนี้เหล็กที่นำมาประกอบเป็นเครื่องนั้นจากการวิเคราะห์แล้วจุดที่รับแรงมากที่สุดของเครื่องคือจุดที่เป็นฝาเปิดปิดด้านท้ายของบล็อคอัดดังแสดงให้เห็นในด้านต้นแล้วดังนั้นเหล็กที่จุดนี้จึงต้องรับแรงมากที่สุดนั้นหมายความว่าความหนาของเหล็กที่ตรงจุดนี้ก็ต้องหนามากที่สุดสามารถคำนวณดังนี้



ภาพที่ 4.10 แสดง Free Body Diagram ของประตูที่รับแรงทั้งหมด

จากรูปที่

$$M_c = M_A + M_B \qquad (4.4)$$

$$M_c = \frac{F_A \times L}{2} + \frac{F_B \times L}{2} \qquad N.m$$

$$M_c = \frac{F_A + F_B}{2} \times L \qquad N.m$$

$$M_c = \frac{12000}{2} \times .17 \qquad \text{N.m}$$
$$M_c = 1020 \qquad \text{N.m}$$

และจากสมการ

$$\sigma = \frac{M_c \times C}{\mathrm{I}} \tag{4.5}$$

โดยที่ σ คือ ค่า $stress$ ที่เกิดขึ้นในแผ่นเหล็กที่ความหนาต่างๆ

M_c คือ ค่าโมเมนต์รอบแกน c axial $(N.m)$

C คือ ค่าระยะห่างจาก Nuturl axial (m)

I คือ ค่า Moment of Area (m^4)

แทนค่าต่างๆ ลงไปในสมการ

$$\sigma_{yield} = \frac{M_c \times C}{\mathrm{I}}$$
$$\sigma_{yield} = \frac{1020 \times \frac{X}{2}}{\frac{0.16 \times X^3}{12}} \mathrm{Pa}$$
$$235 \times 10^6 = \frac{1020 \times \frac{X}{2}}{\frac{0.16 \times X^3}{12}} \mathrm{Pa}$$

สามารถหาค่า $X = 11.7$ mm

ดังนั้นควรเลือกเหล็ก ที่ความหนาเท่ากับ 12 mm ในการประกอบเครื่อง

บทที่ 5
การทดสอบและผลการทดสอบ

5.1 การเตรียมอุปกรณ์

การเตรียมอุปกรณ์สำหรับทดสอบ จะต้องวางชุดต้นกำลังให้อยู่ห่างจากเครื่องอัดกระป๋องประมาณ 1 ฟุต โดยต่อสายไฮดรอลิคจากชุดต้นกำลังไปยังเครื่องอัดกระป๋อง และในการอัดกระป๋องควรมีคนคอยควบคุมเครื่องอย่างน้อย 2 คน เพื่อนความสะดวกในการทำงาน

5.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระป๋องเครื่องดื่มขนาดต่างๆ
2. เครื่องบีบอัดกระป๋องด้วยระบบไฮดรอลิค
3. นาฬิกาจับเวลา

5.3 ขั้นตอนในการทดสอบ

5.3.1 เปิดเครื่องอัดกระป๋อง

โดยการกดปุ่ม ON บริเวณชุดต้นกำลัง จากนั้นเครื่องจะเริ่มทำงาน จะสามารถวัดค่าแอมป์และโวลต์มิเตอร์ขณะที่ไม่มีโหลดได้ดังภาพ

ภาพที่ 5.1 แสดงโวลต์และแอมป์มีเตอร์ขณะที่ยงไม่มีโหลด

5.3.2 โยกวาล์วคอนโทรลเพื่อดันกระบอกสูบ B

ในขั้นตอนต่อมาของการอัดกระป๋องนั้น เราต้องโยกวาล์วคอนโทรลกระบอกสูบ B เพื่อดันประตูหลังให้สไลด์ไปปิดยังบล๊อกอัด

ภาพที่ 5.2 แสดงการโยกวาล์วควบคุมกระบอกสูบ B เพื่อดันไปปิดประตูหลัง

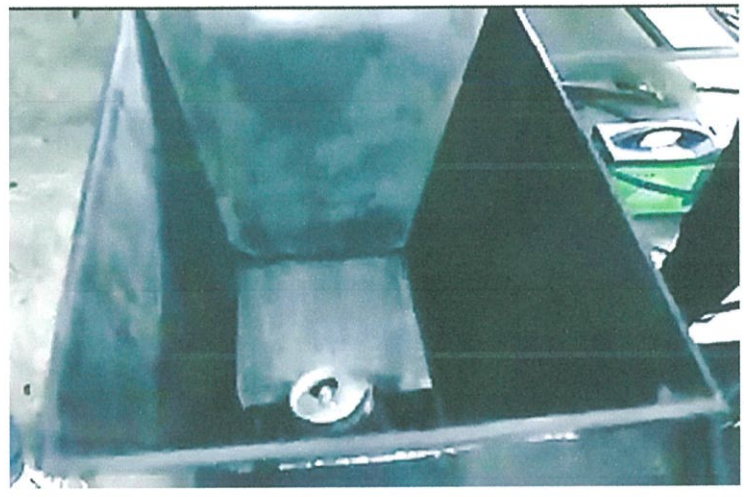
5.3.3 บรรจุกระป๋องลงในปล่องลำเลียง

โดยการบรรจุกระป๋องนั้นจะบรรจุให้เต็มพื้นที่ทั้งหมดของปล่องลำเลียง และในการอัดจะอัดประมาณ 5 ครั้ง ถึงจะอัดกระป๋องได้หมดพอดี

ภาพที่ 5.3 แสดงการบรรจุกระป๋องลงในปล่องลำเลียง

5.3.4 โยกวาล์วคอนโทรลเพื่อดันกระบอกสูบ A ให้ไปอัดกระป๋อง

จะทำการโยกวาล์วคอนโทรลเพื่อดันกระบอกสูบ A ประมาณ 5 รอบ ถึงจะอัดกระป๋องได้หมดทั้งหล่องลำเลียงพอดี



ภาพที่ 5.4 แสดงการอัดกระป๋องในจังหวะอัดครั้งที่ 5 กระป๋องจะหมดพอดี

5.3.5 ทำการวัดโวลต์และแอมป์มิเตอร์ขณะมีโหลดสูงสุด

ในขณะที่ทำการอัดกระป๋องจะมีโหลดสูงสุด โดยเราจะทำการวัดค่าโวลต์และแอมป์มิเตอร์เพื่อนำไปเทียบกับในขณะที่ยังไม่มีโหลดว่าจะมีผลต่างกันเท่าใด

ภาพที่ 5.5 แสดงโวลต์และแอป์มิเตอร์ขณะมีโหลดสูงสุด

5.3.6 โยกวาล์วคอนโทรลเพื่อดันกระบอกสูบ B กลับ

ทำการโยกวาล์วคอนโทรลเพื่อดันกระบอกสูบ B กลับ เพื่อนที่จะใช้กระบอกสูบ A ดันกระป๋องที่ถูกอัดแล้วออกจะบล๊อคอัด

ภาพที่ 5.6 แสดงการโยกวาล์วคอนโทรลเพื่อดันกระบอกสูบ B กลับ

5.3.7 โยกวาล์วคอนโทรลเพื่อให้กระบอกสูบ A ดันกระป๋องที่ถูกอัดแล้วออกมา

ทำการโยกวาล์วคอนโทรลเพื่อให้กระบอกสูบ A ดันกระป๋องที่ถูกอัดแล้วออกมาก็เป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการอัดกระป๋อง

ภาพที่ 5.7 แสดงการโยกวาล์วคอนโทรลเพื่อให้กระบอกสูบ A ดันกระป๋องที่ถูกอัดแล้วออกมา

ภาพที่ 5.8 แสดงกระป๋องที่ถูกอัดแล้ว

5.4 ผลการทดสอบ

ในการทดสอบจะทำการเก็บและวัดค่าต่างๆ เพื่อหาพลังงานที่ใช้ และหาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ที่ส่งผลกระทบต่อการทดสอบ และที่สำคัญก็คือจะได้นำข้อมูลที่วัดได้มาใช้ในการคำนวณและอ้างอิงหาปริมาตรที่ลดลงของการอัดกระป๋องในแต่ละรอบ จึงจะทราบว่าสามารถลดปริมาตรได้มากกว่าเครื่องอัดกระป๋องรุ่นอื่นๆเท่าใด ค่าที่วัดและคำนวณได้จะแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตเฉลี่ยต่อหนึ่งรอบการผลิต

ประเภท	Power(kw) loading	Power(kw) unloading	Time(s) loading	Time (s) unloading	Total(kJ) Energy
1	3.61	2.09	20	60	197.7
2	3.61	2.09	22	60	204.6
3	3.61	2.09	22	63	211.9
4	3.61	2.09	25	68	232.37

ตารางที่ 5.2 แสดงอัตตราการผลิตเฉลี่ยต่อหนึ่งรอบ

ประเภท	เวลาที่ใช้ (s)	น้ำหนักที่อัดได้ (kg)	อัตราการผลิต (kg/hr)
1	80	0.401	18.045
2	82	0.390	17.12
3	85	0.380	16.09
4	93	0.370	14.32

ตารางที่ 5.3 แสดงกำลังการผลิตต่อหนึ่งรอบเทียบกับพลังงานที่ใช้

ประเภท	น้ำหนักที่ผลิตได้ต่อหนึ่งรอบ (kg)	พลังงานไฟฟ้าต่อรอบ (Unit)	อัตราสิ้นเปลืองพลังงาน (Unit/kg)
1	0.401	0.055	0.1369
2	0.390	0.056	0.1436
3	0.381	0.058	0.1432
4	0.370	0.0646	0.1748

ตารางที่ 5.4 การลดลงของปริมาตรเฉลี่ย ต่อ 1 รอบ

ประเภท	ปริมาตรก่อนอัด (cm^3)	ปริมาตรหลังอัด (cm^3)	อัตราส่วนการลดลง
1	22,103	3,120	7.08:1
2	22,103	3,000	7.36:1
3	22,103	2,640	8.37:1
4	22,103	2,520	8.77:1

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

6.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถสรุปเป็นข้อดีและข้อเสียของเครื่องอัดกระป๋องได้เป็นข้อๆดังนี้

6.1.1 ข้อดี

1. สามารถอัดกระป๋องให้มีปริมาตรลดลงมากโดยลดลงได้ถึง 7.8:1
2. สามารถเพิ่มความปลอดภัยในการดำเนินงานได้มากโดยจากเดิมต้องใช้มือหรือเท้าในการบีบหรืออัดกระป๋องให้ปริมาตรลดลงนั่นหมายความว่าความเสี่ยงหรืออันตรายที่จะเกิดตามมาก็จะเพิ่มไปด้วยแต่การใช้เครื่องอัดกระป๋องสามารถลดปัญหานี้ไปได้อย่างมาก
3. สามารถให้กำลังการผลิตที่ต่อเนื่องเพราะไม่ต้องใช้แรงคนในการอัดทำให้การเหนื่อยล้าไม่เป็นผลต่อการผลิตและผลที่ตามมาก็คือสามารถผลิตหรืออัดกระป๋องได้อย่างต่อเนื่อง
4. สามารถอัดกระป๋องได้ทุกประเภทและไม่ต้องจัดเรียงกระป๋องก่อนอัดเหมือนกับเครื่องรุ่นก่อนๆ

6.1.2 ข้อเสีย

เนื่องจากเครื่องที่ประกอบขึ้นมานั้นเป็นระบบไฮดรอลิคทำให้รอบการทำงานค่อนข้างช้าทำให้อัดกระป๋องได้อัตราการผลิตที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับเครื่องรุ่นก่อนๆ ที่ผลิตและควบคุมการทำงานด้วยระบบนิวเมติกหรือมอเตอร์ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว

6.2 ปัญหาที่พบในโครงงาน

การเชื่อมตัวบล็อกสำหรับเป็นตัวอัดค่อนข้างยากเพราะการเชื่อมทำให้บล็อคเบี้ยวและจะเกิดความเสียหายเมื่อนำไปใช้งานจริงเนื่องจากก้านสูบจะได้รับความเสียหายได้ถ้านำไปใช้งานจริง

6.3 วิธีการแก้ปัญหา

นำเหล็กมากัดเป็นร่องไกด์แล้วประกอบเครื่องเข้าด้วยกันใช้เวอร์เนียวัดความละเอียดเมื่อได้ผลตามต้องการแล้วก็เชื่อมตามแนวที่ได้ประกอบมาก่อนแล้วจะทำให้ได้บล็อคที่ตรงและเหมาะสมกับการใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

[1] สุรสิทธิ์ พลพันธ์. (2004). การออกแบบเพื่อความปลอดภัยของอุปกรณ์ที่พักเท้าปีนเสาไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[2] ผ.ศ ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์. (2010). นิวแมติกและไฮดรอลิค. I Group press.

[3] "เครื่องบีบอัดกระป๋องน้ำอัดลม". Postjung. http:/ /board.postjung.com/606345.htm. (1 September 2013)

[4] "โปรเจคเครื่องอัดกระป๋องอัตโนมัติ ". RaJamangala University of Technology Krungthep.http://www.rmutk.ac.th/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=47&Itemid=68. (1 September 2013)

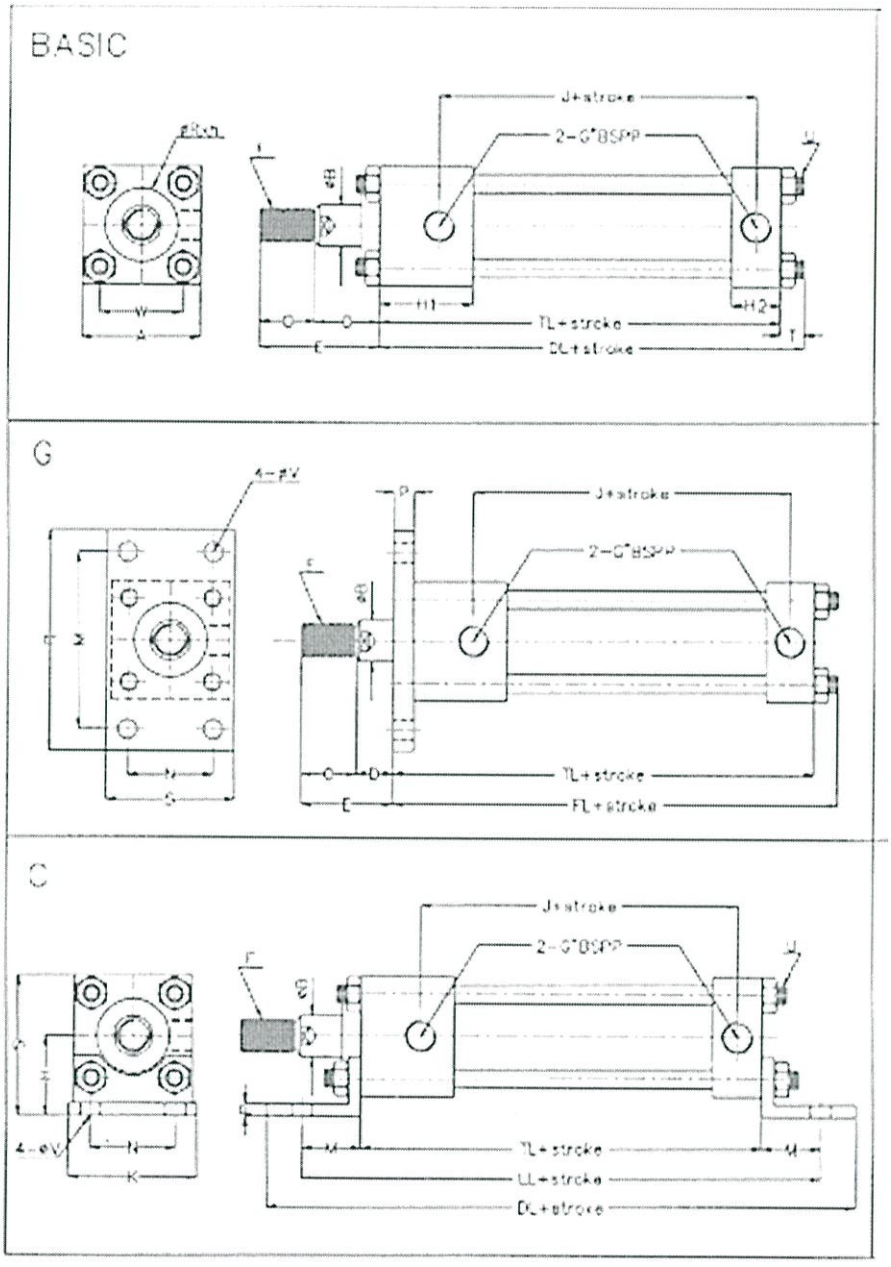
[5] Esposito, A. (2003). Fluid Power With Application. Pearson Education press.

[6] Beer, F. (2006). Mechanic Of Materials. McGraw Hill.

ภาคผนวก ก.

ตารางแสดงแบบของกระบอกสูบแบบต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบ

ภาคผนวก ก.



ก.1 แบบของกระบอกสูบแบบต่างๆ

ภาคผนวก ก. (ต่อ)

BASIC

BORE SIZE	40	50	63	80	100	125	150	160	200
A	64	75	90	110	130	165	195	210	262
TL	121	144	156	182	200	220	240	253	301
DL	154	168	179	204	216	246	271	284	339
G	3/8	1/2	1/2	3/4	3/4	1	1	1	1 1/2
T	13	13	16	20	24	25	31	31	38
U	M10x1.25	M10x1.25	M10x1.5	M16x1.5	M18x1.5	M22x1.5	M27x1.5	M27x1.5	M33x1.5
W	45	52	63	80	95	122	148	160	200
J	70	88	92	110	118	129	145	155	181
øB	22	28	36	45	56	70	90	90	110
C	30	35	45	60	75	95	115	120	150
E	65	72	85	110	128	140	165	175	205
F	M18x1.5	M24x1.5	M30x1.5	M39x1.5	M48x1.5	M64x2	M76x2	M80x2	M100x2
D	35	37	40	50	53	45	50	55	55
H1/H2	50/26	56/30	62/34	72/42	81/46				
øRxh	40x13	50x14	57x13	72x17	86x18				

C

BORE SIZE	40	50	63	80	100	125	150	160	200
TL	141	155	163	184	192	220	240	253	301
LL	205	225	247	284	302	352	390	403	497
DL	231	255	283	324	348	410	450	473	577
N	46	58	65	87	109	130	155	170	206
M	32	35	42	50	55	66	751	75	98
P	7	7	10	14	14	14	17	17	26
H	43	50	60	72	85	105	123	132	165
K	69	85	98	118	150	175	210	225	272
S	75.5	87.5	105	127	152.5	187.5	221	237	296

G, B

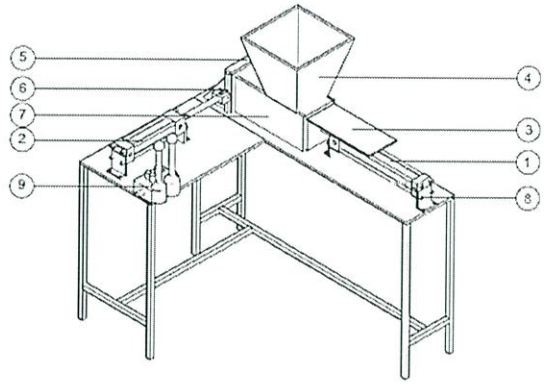
BORE SIZE	40	50	63	80	100	125	150	160	200
R	118	145	165	190	224	272	315	335	425
P	13	18	20	24	28	33	39	41	51
M	95	115	132	155	190	224	270	285	355
N	46	58	65	87	109	130	155	170	206
øV	11	14	18	18	22	26	30	33	36
TL	143	160	168	190	200	229	251	263	315
FL	156	173	183	208	220	253	279	294	352
S	69	85	98	118	145	175	206	218	272

ก.2 แสดงตารางที่ใช้ออกแบบกระบอกสูบ

ภาคผนวก ข.

แบบเครื่องบีบอัดกระป๋องระบบไฮดรอลิค

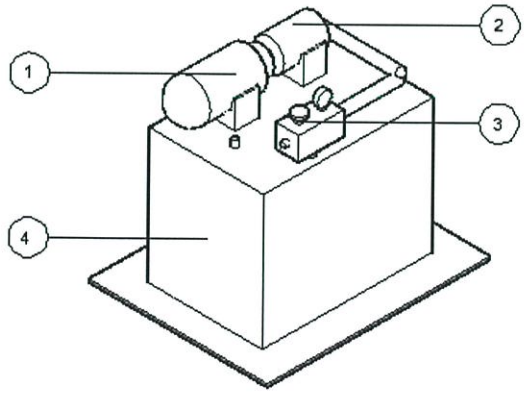
ภาคผนวก ข. (ต่อ)



No.	Part name	Qty
1	Hydraulic cylinder A	1
2	Hydraulic cylinder B	1
3	Compression head	1
4	Conveyor chutes	1
5	Door frame	1
6	Slide door	1
7	Pressing block	1
8	Base of hydraulic cylinder	4
9	Control valve	1

King mongkut's institute of technology ladkrabang	
faculty of engineering	scale -
name part : Hydraulic can crusher machine	Group : F03
	Date 19/03/2014

ข.1 แสดงเครื่องบีบอัดกระป๋องระบบไฮดรอลิค

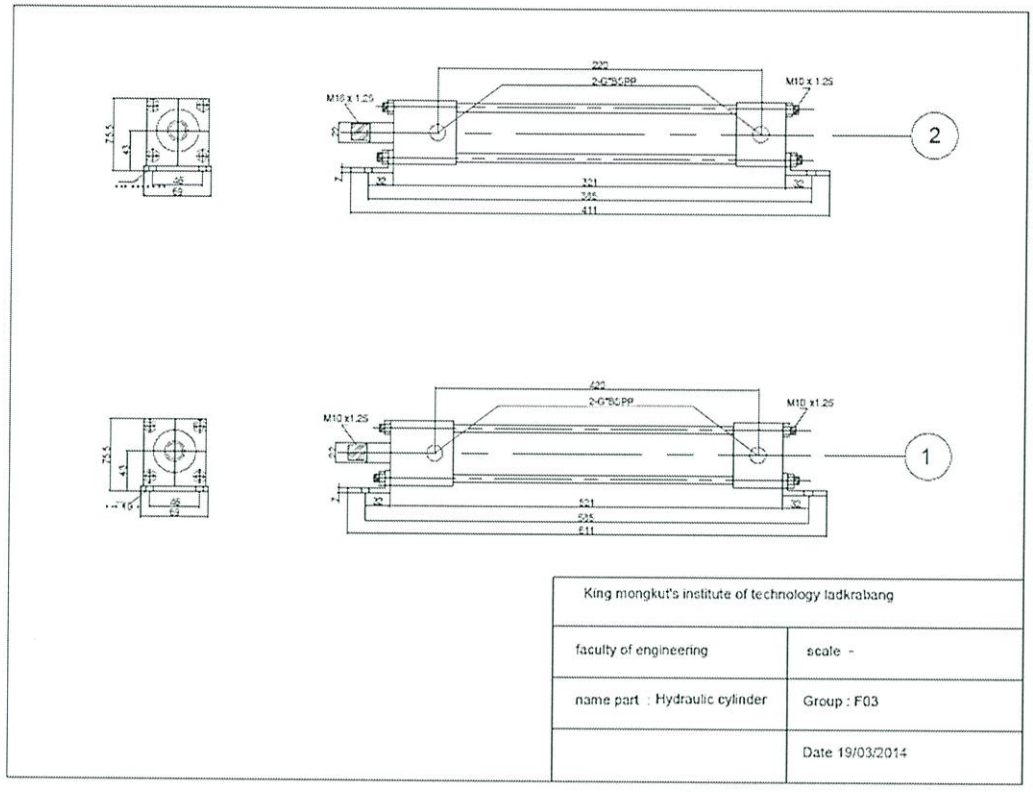


No.	Part name	Qty
1	Motor	1
2	Hydraulic pump	1
3	Release valve	1
4	Hydraulic tank	1

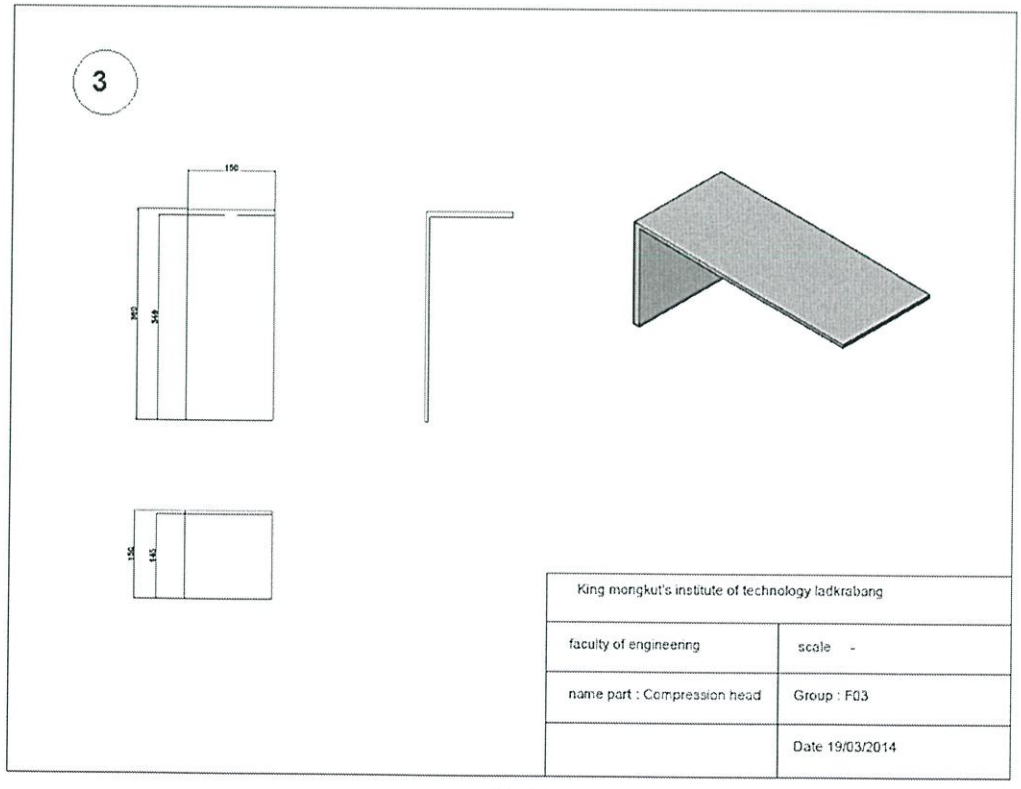
King mongkut's institute of technology ladkrabang	
faculty of engineering	scale -
name part : Power system	Group : F03
	Date 19/03/2014

ข.2 แสดงชุดต้นกำลังของเครื่องบีบอัดกระป๋องด้วยระบบไฮดรอลิค

ภาคผนวก ข. (ต่อ)

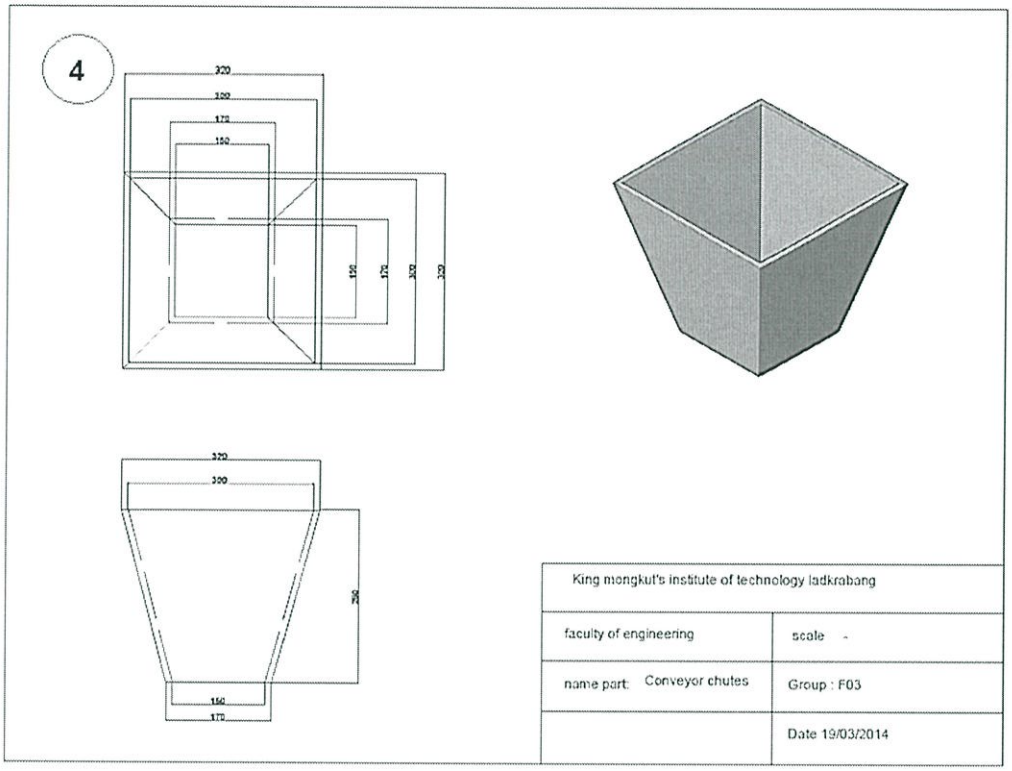


ข.3 แสดงกระบอกสูบไฮดรอลิคที่เลือกใช้

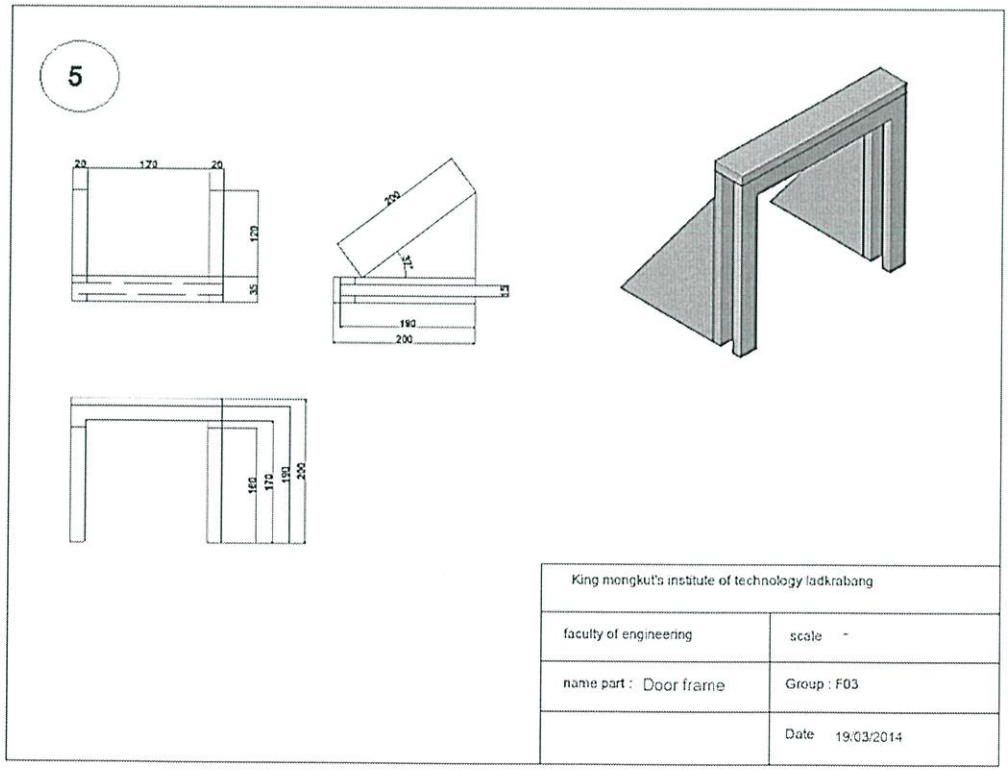


ข.4 แสดงหัวอัดกระป๋อง

ภาคผนวก ข. (ต่อ)

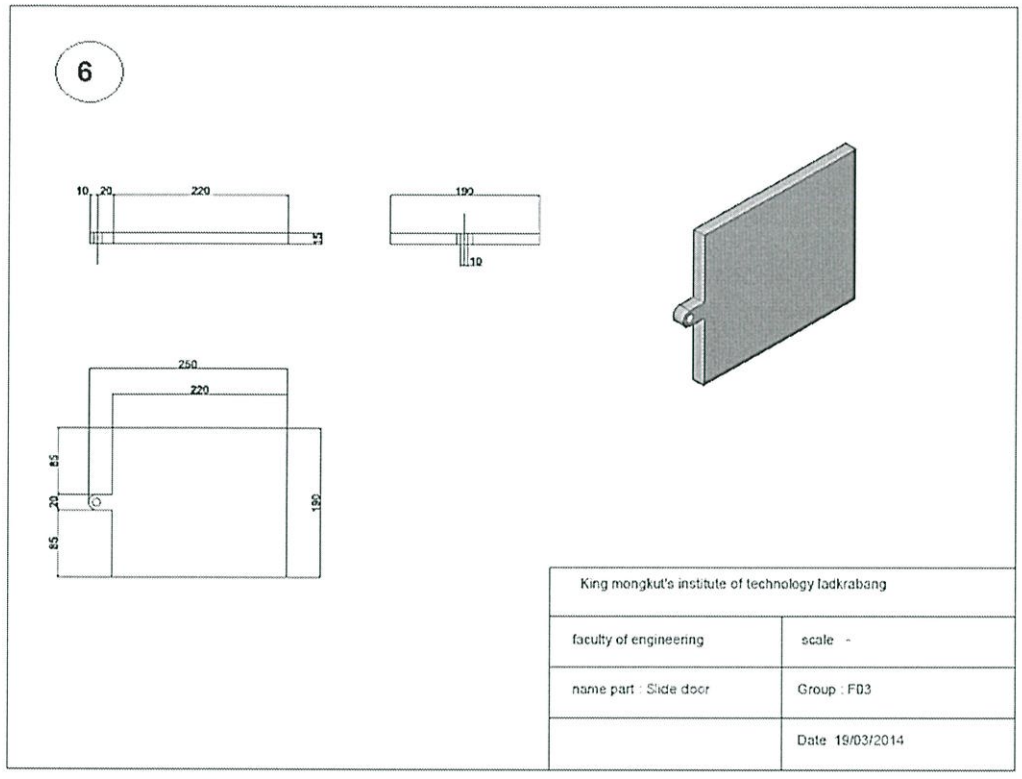


ข.5 แสดงปล่องลำเลียงกระป๋อง

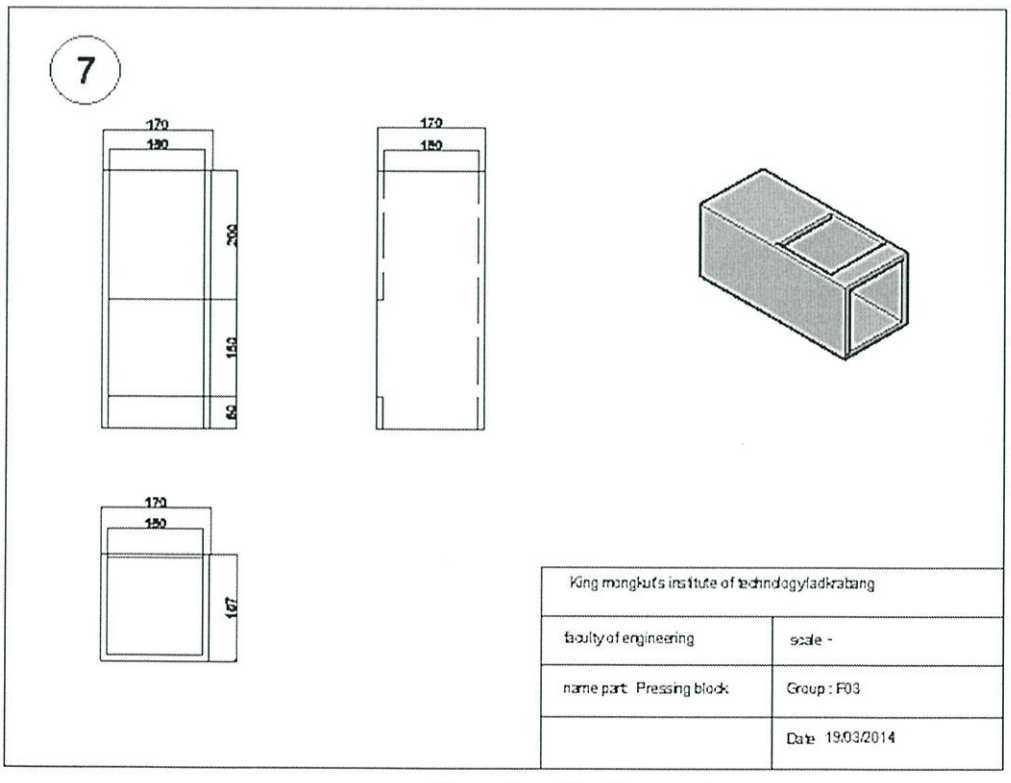


ข.6 แสดงกรอบประตูของบล๊อคอัด

ภาคผนวก ข. (ต่อ)

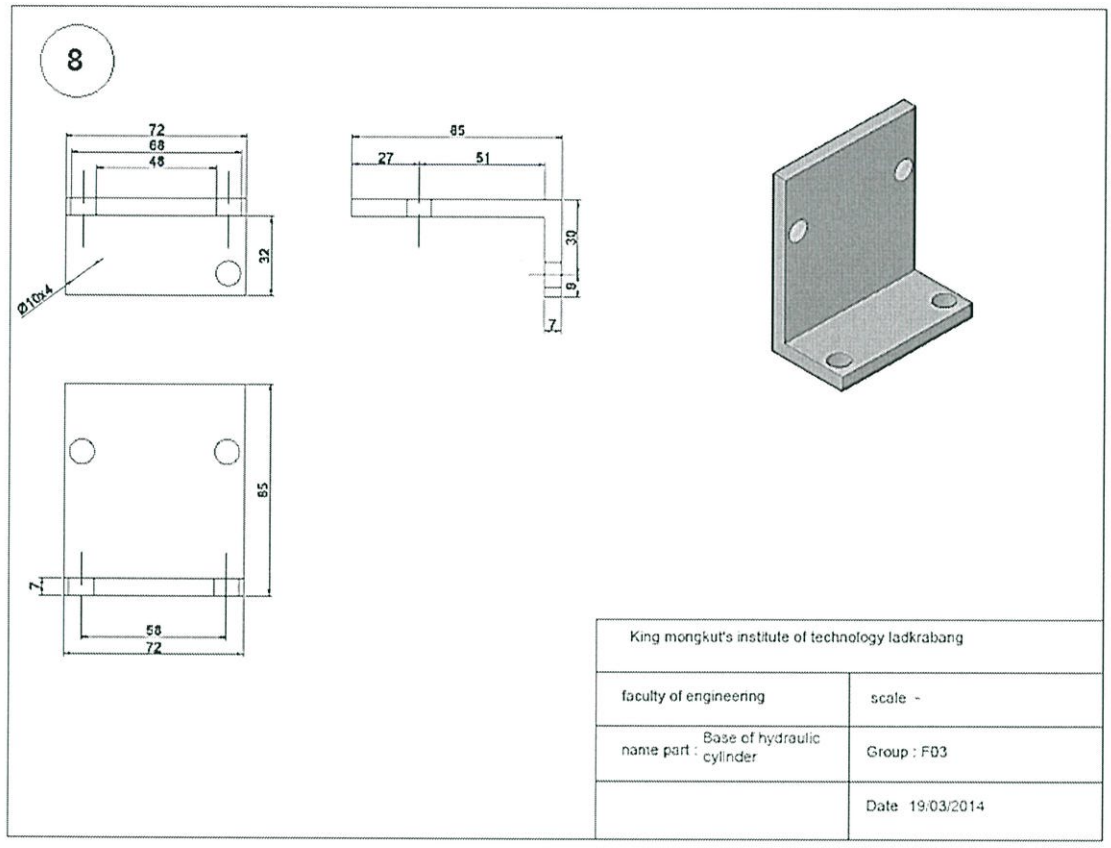


ข.7 แสดงประตูสไลด์เปิด-ปิด



ข.8 แสดงบล๊อคสำหรับอัดกระป๋อง

ภาคผนวก ข. (ต่อ)



ข.9 แสดงฐานรองกระบอกสูบ

ภาคผนวก ค.

บทความ

รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 4/2556

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เครื่องบีบอัดกระป๋องรีไซเคิลระบบไฮดรอลิก

Hydraulic can crusher machine

นายจีรณะ ณ นรงค์ 53010235, นายณัฐปคัลภ์ แสงย้อย 53010469 และ นายธนารักษ์ หลอดสว่าง 53010687

_____อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์
(รศ.ดร.จำลอง ปราบแก้ว)

บทคัดย่อ

โครงงานการออกแบบเครื่องบีบอัดกระป๋องรีไซเคิลด้วยระบบไฮดรอลิก มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องมาใช้สำหรับอัดกระป๋องหรือกล่องเครื่องดื่มโดยคณะผู้จัดทำโครงงานเรื่องนี้ได้เล็งเห็นว่าการจัดการด้านขยะรีไซเคิลประเภทกระป๋องน้ำและกล่องเครื่องดื่มให้เหมาะสมในการจัดเก็บนั้น ขยะประเภทนี้ต้องใช้การอัดเพื่อลดปริมาตรเพื่อประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บและสะดวกในการขนส่ง การผลิตเครื่องอัดกระป๋องรีไซเคิลนี้ได้มีการออกแบบโดยใช้อุปกรณ์ต่างๆ เป็นอุปกรณ์ทางด้านไฮดรอลิก โดยมีส่วนประกอบหลักดังนี้ ต้นกำลังไฮดรอลิก กระบอกสูบไฮดรอลิก สายไฮดรอลิก ปั๊มไฮดรอลิกและบล็อคที่ใช้ในการอัด โดยสาเหตุที่เลือกใช้อุปกรณ์ทางด้านไฮดรอลิกมาประกอบเป็นเครื่องนี้ก็เพราะการอัดในงานประเภทนี้ ต้องใช้ความดันที่ค่อนข้างสูงและเครื่องอัดกระป๋องรีไซเคิลที่จัดทำขึ้นมานี้จัดทำขึ้นภายใต้แนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สามารถใช้อัดกระป๋องหรือกล่องเครื่องดื่มเพื่อที่จะได้ลดแรงงานคนในการทำงานด้านนี้ โดยเครื่องที่ทำขึ้น จะเป็นเครื่องต้นแบบที่สามารถใช้ได้ในอุตสาหกรรมรีไซเคิลและในธุรกิจขนาดเล็กขนาดกลางและอาจรวมไปถึงโรงเรียนและสถานศึกษาต่างๆต่อไปได้

Abstract

This project design for recycle waste compactor hydraulic system. The purpose is to build a machine for compress boxes and cans recyclable ; This project recognizes that the management of recyclable waste to suit in storage. These recyclable waste must be compressed to reduce the volume order to save space in storage and easy transportation. The purpose of this project is to invent can compressor by hydraulic equipment. Major components are source of hydraulic power, hydraulic pump, hydraulic cylinder, hydraulic lines and block for compression. The reason why using hydraulic equipment for building the machine is hydraulic system can work well under high pressure; thus, it is proper to be the mechanism for this machine. Moreover, the can compressor has been created by

focus on appliance development. We would like the machine to be able to compress recycle cans; both aluminum and plastics, in order to decrease human responsibility , but increase efficiency instead. Besides, this machine is the original one that con develop to use in small and medium size of recycle manufacture.

1.บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันปัญหาขยะล้นเมืองเป็นปัญหาสำคัญของประเทศเรา ไม่ว่าจะเป็นการจัดการด้านขยะหรือการกำจัดขยะ และยังเป็นปัญหาที่รอการแก้ไขอยู่เสมอ ทางผู้จัดทำโครงงานนี้ก็ได้เล็งเห็นว่า ขยะบางตัวสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือที่เรียกกันว่า Recycle นั่นเอง อาทิเช่น กระป๋องน้ำอัดลม กระป๋องเครื่องดื่มต่างๆ ของเหล่านี้ล้วนมีมูลค่าในด้านตลาดสินค้า Recycle แต่เนื่องจากกระป๋องน้ำอัดลม และกระป๋องเครื่องดื่มต่างๆ แต่ละชนิดมีปริมาตรที่ว่างเปล่าที่สามารถลดปริมาตรลงได้ ในการเก็บจะต้องคำนึงถึงเนื้อที่สำหรับการจัดวาง โดยที่การลดปริมาตรของกระป๋องน้ำหรือกระป๋องเครื่องดื่มต่างๆสามารถทำได้ด้วยวิธีการบีบหรืออัดให้มีลักษณะแบนหรือยุบตัวลงไปเพื่อลดปริมาตรของกระป๋องนั้นเอง

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตเครื่องมือสำหรับอัดกระป๋อง เพื่อเป็นเครื่องต้นแบบให้กับโรงเรียนและสถานศึกษาต่างๆหรือแม้แต่อุตสาหกรรม Recycle ที่มีธุรกิจขนาดเล็กหรือธุรกิจขนาดกลาง ได้นำไปใช้งาน โดยในที่นี้จะคำนึงถึง กำลังการผลิต และต้นทุนการผลิตของเครื่องนี้ที่ต้องมีความเหมาะสม คือ กำลังการผลิตจะต้องเพียงพอสำหรับงานที่มีอยู่ ด้านต้นทุนต้องไม่แพงจนเกินไป

1.3 literature review

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการอัดกระป๋องที่เคยมีมาปรากฏว่ามีสถานศึกษาหลายที่ได้ทำเครื่องอัดกระป๋อง แต่เครื่องอัดกระป๋องที่ได้ทำมาก่อนหน้านี้โดยมาก จะมีกลไกลการทำงานที่คล้ายกันคือ เรียงกระป๋องไว้ก่อนแล้วและจะอัดได้ที่ละ 1 หรือ 2 กระป๋อง ต่อรอบการทำงานหนึ่งรอบ และชุดต้นกำลังก็เป็นระบบนิวเมติกดังแสดงในรูปด้านล่าง

รูปที่ 1 แสดงการเรียงตัวของกระป๋องก่อนอัด

รูปที่ 2 แสดงจังหวะอัดกระป๋อง

รูปที่ 3 แสดงการเรียงกระป๋องอีกแบบก่อนอัด

แต่ข้อเสียของเครื่องอัดกระป๋องที่กล่าวมานี้คือ
1. ไม่สามารถนำไปผลิตและใช้งานในด้านอุตสาหกรรมได้จริงเพราะข้อเสียคือ ต้องจัดเรียงกระป๋องครั้งละมากๆก่อนอัด ทำให้เสียเวลา
2. กำลังผลิตน้อยเกินไปเราะอัดได้ครั้งละ1หรือ2กระป๋อง
3. จากภาพเราจะเห็นได้ว่าเครื่องเหล้านี้สามารถอัดกระป๋องได้ประเภทเดียวคือ กระป๋องที่มีขนาดเท่ากับรางลำเลียงเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงกระป๋องโดยทั่วไปมีถึง 4 ขนาด

สิ่งเหล่านั้นคือข้อจำขัดของเครื่องรุ่นเก่าที่กล่าวข้างต้น แต่สำหรับเครื่องบีบอัดขยะที่ทางผู้จัดทำได้ผลิตขึ้นมานี้จะมีข้อดีและสามรถตอบโจทย์ได้ทุกอย่าง ไม่ว่าจะเป็นความสามารถในการอัดกระป๋องได้ทุกประเภท โดยแค่นำกระป๋องใส่ไว้ในปล่องลำเลียงแล้วก็สามารถเปิดให้เครื่องทำงานได้โดยไม่ต้องจัดเรียงหรือแยกประเภทของกระป๋องก่อนใดๆทั้งสิ้น สำหรับแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องใช้ในอุตสาหกรรมก็ทำได้โดยการทำเครื่องให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและนำสายพานลำเลียงกระป๋องมาต่อตรงป่องทางลงของกระป๋องแล้วก็เดินเครื่องไปเรื่อยๆ จนกว่าจะสิ้นสุดการผลิต

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เครื่องที่ผลิตขึ้นมานี้จะมีสมรรถนะดีพอที่จะใช้ในธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดเล็กได้ และสามารถใช้ทำงานแทนกำลังงานมนุษย์ได้เป็นอย่างดี โดยคำนึงถึงค่าใช้จ่ายเมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคนแล้วจะต้องมีค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่า และด้านคุณภาพงาน โดยงานที่ได้จากเครื่องอัดนี้ต้องมีคุณภาพเท่ากับชิ้นงานที่ทำโดยแรงงานคนหรืออาจดีกว่าก็ได้

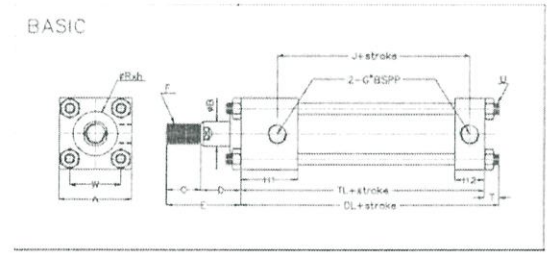
2. การออกแบบและคำนวณชิ้นส่วน

แรงที่ใช้มากที่สุดในการออกแบบระบบคือ 12 KN พื้นที่หน้าตัดกระบอกสูบคือ $0.001256\ m^2$ และจากสมการ $P = \frac{F}{A}$ จะได้ความดันที่ใช้ในระบบเท่ากับ 100 bar $(10 \times 10^5 Pa)$

2.1 การคำนวณและเลือกซื้ออุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ประกอบเครื่อง

2.1.1 การเลือกซื้อกระบอกไฮดรอลิค

สามารถเลือกซื้อโดยคำนึงถึงส่วนสำคัญคือ
- ระยะชัก
- ความเร็วที่ใช้งาน
- เส้นผ่านศูนย์กลาง



รูปที่ 4 แสดงลักษณะของกระบอกสูบไฮดรอลิค

BASIC									
BORE SIZE	40	50	63	80	100	125	150	160	200
A	64	75	90	110	130	165	195	210	262
TL	121	144	156	182	200	220	240	253	301
DL	154	168	179	204	216	246	271	284	339
G	3/8	1/2	1/2	3/4	3/4	1	1	1	1 1/2
T	13	13	16	20	24	26	31	31	38
U	M10x1.25	M10x1.25	M10x1.5	M16x1.5	M18x1.5	M22x1.5	M27x1.5	M27x1.5	M33x1.5
W	45	52	63	80	95	122	148	160	200
J	70	88	92	110	118	129	145	155	181
ØB	22	28	36	45	56	70	90	90	110
C	30	35	45	60	75	95	115	120	150
E	65	72	85	110	128	140	165	175	205
F	M18x1.5	M24x1.5	M30x1.5	M39x1.5	M48x1.5	M64x2	M76x2	M80x2	M100x2
D	35	37	40	50	53	45	50	55	55

รูปที่ 5 ตารางแสดงความยาวส่วนต่างๆของกระบอกสูบ

2.1.2 วาล์วควบคุมทิศทาง

การเลือกซื้อวาล์วสำหรับใช้งานต้องคำนึงถึง

- อัตราการไหล
- ลักษณะการใช้งาน

จากข้อมูลด้านบนผู้จัดทำได้เลือกใช้วาล์วประเภท 4/3 แบบ 2 แกน ที่อัตราการไหลไม่ต่ำกว่า 15 L/min

2.2 การคำนวนวณขนาดของปั๊มไฮดรอลิคที่ใช้งาน

สามารถคำนวณได้จากสมการ

Flow rate (Q) = $A \times v$

โดยที่ V คือความเร็วของลูกสูบ

A คือ พื้นที่หน้าตัดกระบอกสูบ

จากการคำนวณ อัตราการไหลที่ได้คือ $15.5 \frac{L}{min}$

Pump type	Shaft end cartridge						
	Geometric dispacement		Rated capacity at 1200 rpm 7 bar		Maximum pressure with mineral oil		Max speed
	cm³/g	(in³/r)	l/min	(gpm)	bar	(psi)	rpm
BV01	18,0	(1.10)	20,8	(5)	210	(3050)	2700
	27,4	(1.67)	31,8	(8)	210	(3050)	2700
	36,4	(2.22)	42,4	(11)	210	(3050)	2700
	39,5	(2.41)	46,9	(12)	160	(2300)	2000
	45,9	(2.79)	54,9	(14)	140	(2030)	2000
BV02	40,1	(2.45)	46,9	(12)	175	(2538)	1800
	45,4	(2.77)	52,7	(14)	175	(2538)	1800
	55,2	(3.37)	64,2	(17)	175	(2538)	1800
	60,0	(3.66)	71,0	(19)	175	(2538)	1800
	67,5	(4.12)	79,0	(21)	175	(2538)	1800
BV04	69,0	(4.2)	79,5	(21)	175	(2538)	1800
	81,6	(5)	94,0	(25)	175	(2538)	1800
	97,7	(6)	113,8	(30)	175	(2538)	1800
	112,7	(6.9)	131,6	(35)	175	(2538)	1800
	121,6	(7.4)	139,9	(38)	175	(2538)	1800
BV05	138,6	(8.46)	164	(42)	175	(2538)	1800
	153,5	(9.4)	180	(47)	175	(2538)	1800
	162,2	(9.9)	189	(50)	175	(2538)	1800
	183,4	(11.2)	217	(57)	175	(2538)	1800
	193,4	(11.8)	230	(60)	175	(2538)	1800

รูปที่ 6 ตารางแสดงขนาดของปั๊มต่างๆ

2.3 การคำนวณหาขนาดของถังน้ำไฮดรอลิค

$$V = 3 \times Q$$

โดยที่ V คือขนาดของถังไฮดรอลิค m^2,

Q คือ อัตตราการไหล $\frac{L}{min}$

ขนาดของถังที่ได้จากการคำนวณต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 47 ลิตร

2.4 การคำนวณต้นกำลัง (motor)

สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$Power = Pressure \times Flow\ rate$$

กำลังที่ได้จากการคำนวณคือประมาณ 2512 watt ดังนั้นต้องเลือกมอร์เตอร์ที่มีขนาดใหญ่ กว่า 2512 Watt

2.5 การคำนวณหาขนาดของเหล็ก

2.5.1 คำนวณจาก Pure Bending Moment โดยที่

$$\sigma_{yield} = \frac{M_c \times C}{I} = \frac{M_c \times \frac{X}{2}}{I}$$

ค่า σ คือค่า $Yield\ Tension\ Strength$

M คือค่า Moment Of Bending

C คือระยะห่างจากแกน Neutral

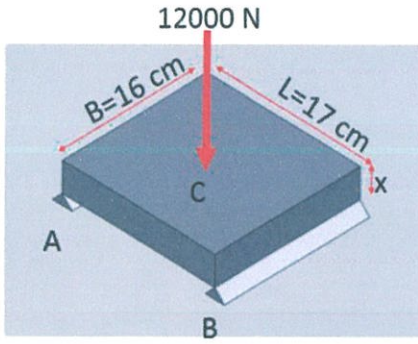
I คือ Moment of Area

$$\sigma_{yield} = \frac{M_c \times \frac{X}{2}}{I}$$

$$235 \times 10^6 = \frac{1020 \times \frac{X}{2}}{\frac{1 \times 16 X^3}{12}}$$

$$X = 11.7 \text{ mm.}$$

ดังนั้นเลือกความหนาของเหล็กเท่ากับ 12 mm.



รูปที่ 7 แสดงแรงกระทำที่ผนังเครื่อง

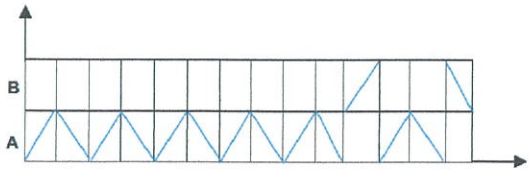
$$M_C = M_A + M_B$$
$$= (F_A + F_B)\frac{L}{2}$$
$$= 12000 \times \frac{0.17}{2}$$
$$= 1020 \text{ N.m.}$$

คุณสมบัติทางกลของเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน

Standard	Grade	Strength	
		Yield(min)	Tensile
		N/mm^2(ksc)	N/mm^2(ksc)
TIS 1227-2539	SS400	235 (2,396)	400-510 (4,079-5,200)
TIS 1227-2539	SM400	235 (2,396)	400-510 (4,079-5,200)
TIS 1227-2539	SM490	325 (3,314)	490-610 (4,996-6,220)
ASTM A36	A36	250 (2,549)	400-550 (4,079-5,608)

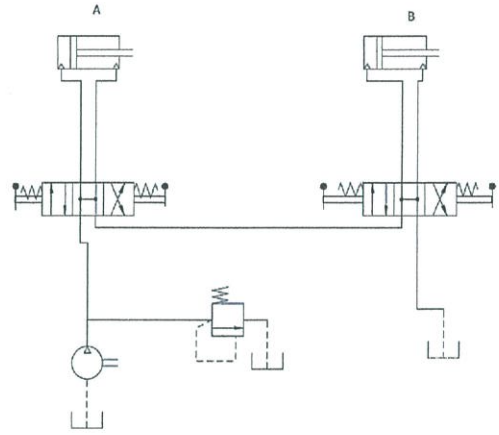
รูปที่ 8 ตารางแสดงคุณสมบัติของเหล็กที่ใช้ในการคำนวณ

3. ตัวเครื่องและวงจรไฮดรอลิคสำหรับควบคุม



$$A^+A^-A^+A^-A^+A^-A^+A^-A^+A^-B^-A^+A^-B^+$$

รูปที่ 9 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบ



รูปที่ 10 วงจรไฮดรอสำหรับควบคุมการทำงานของระบบ

รูปที่ 11 เครื่องอัดกระป๋องที่นำอุปกรณ์ทุกชิ้นส่วนมาประกอบอย่างสมบูรณ์

รูปที่ 11 แสดงขนาดของกระป๋องที่อัดแล้ว

4.ผลการทดลอง

ตารางที่ 4-1 แสดงพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตเฉลี่ยต่อหนึ่งรอบการผลิต

ประเภท	Power(Kw) loading	Power(Kw) unloading	Time(S) loading	Time (S) unloading	Total(KJ) Energy
1	3.61	2.09	20	60	197.7
2	3.61	2.09	22	60	204.6
3	3.61	2.09	22	63	211.9
4	3.61	2.09	25	68	232.37

ตารางที่ 4-2 แสดงอัตตราการผลิตเฉลี่ยต่อหนึ่งรอบ

ประเภท	เวลาที่ใช้(S)	น้ำหนักที่อัดได้(Kg)	อัตราการผลิต(Kg/hr)
1	80	0.401	18.045
2	82	0.390	17.12
3	85	0.380	16.09
4	93	0.370	14.32

ตารางที่ 4-3 แสดงกำลังการผลิตต่อหนึ่งรอบเทียบกับพลังงานที่ใช้

ประเภท	น้ำหนักที่ผลิตได้ต่อหนึ่งรอบ(kg)	พลังงานไฟฟ้าต่อรอบ (Unit)	อัตราสิ้นเปลืองพลังงาน (Unit/kg)
1	0.401	0.055	0.1369
2	0.390	0.056	0.1436
3	0.381	0.058	0.1432
4	0.370	0.0646	0.1748

ตารางที่ 4-4 การลดลงของปริมาตรเฉลี่ย ต่อ 1 รอบ

ประเภท	ปริมาตรก่อนอัด(cm^3)	ปริมาตรหลังอัด (cm^3)	อัตราส่วนการลดลง
1	22,103	3,120	7.08:1
2	22,103	3,000	7.36:1
3	22,103	2,640	8.37:1
4	22,103	2,520	8.77:1

5.สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า

ข้อดี

1.สามารถลดปริมาตรของกระป๋องลงได้ประมาณ 7.8:1 กระป๋อง

2.สามารถเพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน

3.มีอัตราการผลิตที่แน่นอนและต่อเนื่อง

ข้อเสีย

ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น

6 บรรณานุกรม

[1] “เครื่องบีบอัดกระป๋องน้ำอัดลม”. Postjung. http:/ /board.postjung.com/606345.htm. (1 September 2013)

[2] “โปรเจคเครื่องอัดกระป๋องอัตโนมัติ ”. Rajamangala University of Technology Krungthep.http://www.rmutk.ac.th/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=47&Itemid=68. (1 September 2013)

[3] Esposito, A. (2003). Fluid Power With Application. Pearson Education press.

[4] ผ.ศ ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์. (2010). นิวแมติกและไฮดรอลิค. I Group press.

[5] Beer, F. (2006). Mechanic Of Materials. McGraw Hill.