สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องบรรจุน้ำอัดก๊าซพร้อมปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติ

โดย

นาย ประเสริฐ ฉบแย้ม

นาย เพิ่มพล เสงี่ยมรักษ์

นาย อัครพล บุญเลิศ

อ.ป.ท.
ม.ค. 49
2548

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 62561
วัน,เดือน,ปี 19 ส.ค. 2549

b. 11626192
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SEMI – AUTOMATIC CARBONATED BOTTLE FILLING AND CAPPING MACHINE

MR. PRASERT LOPYAM

MR. PERMPON SANGIAMRAK

MR. AKARAPON BUNLERD

A SPECIAL PROJECT SUBMITED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF FOOD ENGINEERING

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชา วิศวกรรมอาหาร

คณะ วิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องบรรจุน้ำอัดก๊าซพร้อมปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติ

SEMI – AUTOMATIC CARBONATED BOTTLE FILLING AND CAPPING MACHINE

ผู้จัดทำ

นาย ประเสริฐ ลบแย้ม	รหัสประจำตัว	46015579
นาย เพิ่มพล เสงี่ยมรักษ์	รหัสประจำตัว	46015581
นาย อัครพล บุญเลิศ	รหัสประจำตัว	46015604

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. สมัคร รักแม่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องบรรจุน้ำอัดก๊าซพร้อมปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติ
นักศึกษา	นาย ประเสริฐ ลบแย้มนาย
	นาย เพิ่มพล เสงี่ยมรักษ์
	นาย อัครพล บุญเลิศ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอาหาร
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2548
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ. สมัคร รักแม่

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุน้ำอัดก๊าซแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยมีขนาดของเครื่องคือ 600×800×1450 มิลลิเมตร เครื่องดังกล่าวมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของชุดบรรจุและส่วนของชุดปิดฝาซึ่งจะทำงานเป็นอิสระต่อกัน ขั้นตอนการทำงานทั้งหมดจะควบคุมด้วยวาล์วหน่วงเวลาโดยใช้ระบบนิวแมติก ระบบลมอัดในการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบและควบคุมโซลินอยล์วาล์วด้วยไฟฟ้าขนาด 220V โดยมีชุดกระบอกสูบ 2 ตัว มีวาล์วหน่วงเวลา 4 ตัว มีโซลินอยล์วาล์ว 3ตัว มีวาล์วควบคุมความดัน 1 ตัว โดยปริมาตรบรรจุ 250 ลบ.ซม.ต่อขวดที่ความดัน 2 bar เวลาในการระบายอากาศ11 วินาที จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2.15 Volume ที่ระดับการเติม 250 ลบ.ซม จะมีอัตราการผลิต 3 ขวด/นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Semi – Automatic Carbonated Bottle Filling and Capping Machine
Student	MR. Prasert Lopyam
	MR. Permpon Sangiamrak
	MR. Akarapon Bunlerd
Degree	Bachelor of engineering in Food Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2005
Thesis Advisor	Mr. Samak rakmae

ABSTRACT

This project design about the semi – automatic carbonated bottle filling and capping machine by size of machine as 600 x 800 x 1450 mm. This machine consist of 2 parts that independent working , filler and capper. The working step of the cylinders and solenoid valve controlled by the pneumatic time delay switch. At filling volume 250 cm^3 , 2 bar operated pressure and 2.15 volume of carbon dioxide , the optimum filling time was 11 second and the rate of production was 3 bottle/minute

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุลวงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาจากบุคลากรหลายๆ ท่านที่ให้ความช่วยเหลือและแนะนำด้วยดีเสมอมา ขอขอบพระคุณส่วนช่วยเหลือโครงการดังนี้

คณาจารย์ประจำภาควิศวกรรมอาหารทุกท่านที่ถ่ายทอดวิชาความรู้และให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี

เจ้าหน้าที่โรงปฏิบัติงานภาควิศวกรรมอาหาร (พี่แมน) ที่คอยช่วยให้คำแนะนำและช่วยอำนวยความสะดวกในด้านสถานที่ อุปกรณ์ต่างๆ ระหว่างทำภาคปฏิบัติงาน

พ่อ และ แม่ ที่ให้การสนับสนุนด้านการเงินและกำลังใจมาตลอดการทำงาน

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ สมัคร รักแม่ อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งกับโครงการนี้ที่คอยช่วยด้านการออกแบบและให้คำแนะนำที่ดีต่างๆ มากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูปภาพ	VII
บทที่1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 กล่าวนำ	2
2.1.1 ประเภทของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ	2
2.1.2 ประเภทของบรรจุภัณฑ์	3
2.1.3 ระบบการบรรจุของเหลว	3
2.1.4 วิธีการบรรจุของเหลว	8
2.2 ประเภทเครื่องดื่มอัดก๊าซ	9
2.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	10
2.1.2 หน่วยวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	10
2.3 ระบบนิวแมติก	12
2.3.1 การเลือกขนาดกระบอกลูกสูบ	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 ประเภทของฝา 18

บทที่ 3 การออกแบบและส่วนประกอบหลักของเครื่อง 19

3.1 การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง 19

3.2 การทำงานของเครื่องบรรจุน้ำอัดก๊าซแบบกึ่งอัตโนมัติ 22

3.3 การออกแบบวงจรควบคุม 23

บทที่4 วิธีการทดลอง 24

4.1 การหาประสิทธิภาพเครื่องบรรจุน้ำอัดก๊าซ 24

4.2 การหาประสิทธิภาพของการปิดฝา 25

4.3 วิธีการใช้ชุดอุปกรณ์วัดปริมาณการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวิธี Piercing Device 25

บทที่5 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง 28

5.1 ผลการหาประสิทธิภาพเครื่องบรรจุน้ำอัดก๊าซ 28

5.2 ผลการหาประสิทธิภาพของการปิดฝา 30

บทที่6 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

6.1 สรุปผลการดำเนินงาน 32

6.2 ข้อเสนอแนะ 32

บรรณานุกรม 33

ภาคผนวก ก 35

ภาคผนวก ข 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์เกี่ยวกับผลการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ 14

ตารางที่ 2.2 การหาแรงดันสุทธิของกระบอกสูบลม 17

ตารางที่ 2.3 เส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบตามมาตรฐาน JIS(mm) 17

ตารางที่ 2.4 เส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบตามมาตรฐาน DIN(mm) 18

ตารางที่ 4.1Chart Volume of CO_2 gas dissolved in water 27

(ZAHM AND NAGLE CO.INC HOLLAND,NY)

ตารางที่ ข.1 ผลการทดลองแสดงความดันและอุณหภูมิที่เวลาและความดันต่างๆ 40

ตารางที่ ข.2 แสดงผลการทดลองแสดงความดันและน้ำหนักในการบรรจุ 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 2.1 การบรรจุแบบปริมาตรคงที่ 4
รูปที่ 2.2 การบรรจุแบบระดับคงที่ 4
รูปที่ 2.3 การบรรจุแบบความดัน 5
รูปที่ 2.4 การบรรจุแบบแรงโน้มถ่วง 6
รูปที่ 2.5 การบรรจุแบบสุญญากาศ 6
รูปที่ 2.6 แผนภาพแสดงชนิดการบรรจุของเหลวต่างๆ 7
รูปที่ 2.7 วิธีการบรรจุของเหลวแบบการเคลื่อนที่ของภาชนะบรรจุ และเคลื่อนที่ของท่อบรรจุ 8
รูปที่ 2.8 การหาแรงดันสุทธิของกระบอกสูบลม 16
รูปที่ 2.9 การหาค่าขนาดกระบอกสูบตามอัตราการทำงาน 16
รูปที่2.10 ลักษณะของ 1.ฝาจีบ 2. ฝาเกลียว 3. ฝาสัก ตามลำดับ 18
รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะโดยรวมของเครื่องทั้งหมด 19
รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะโครงสร้าง 20
รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะชุดหัวบรรจุ 20
รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะชุดปิดฝา 21
รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะฐานรองขวด 21
รูปที่ 3.6 เครื่องบรรจุน้ำอัดลมและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติทั้งหมด 22
รูปที่ 3.7 แสดงการติดตั้งวาล์วควบคุมเวลาทั้ง 4 ตัว 23
รูปที่ 4.1 ชุดอุปกรณ์วัดปริมาณการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยวิธี Piercing Device 26
รูปที่ 5.1 แสดงการชั่งน้ำหนักขวดหลังทำการบรรจุ 28
รูปที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการระบายอากาศ กับปริมาณ Volume ของ CO_2ในน้ำ 29
รูปที่ 5.3 แสดงการตรวจขนาดมาตรฐานฝาจีบหลังจากปิดฝาแล้ว 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ ก.1 เครื่องบรรจุน้ำอัดก๊าซและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติแบบกึ่งอัตโนมัติ 35
รูปที่ ก.2 แสดงถึงชุดหัวจ่ายน้ำอัดก๊าซ 35
รูปที่ ก.3 แสดงถึงชุดหัวปิดฝา 36
รูปที่ ก.4 แสดงถึงกล่องควบคุมระบบการทำงาน 36
รูปที่ ก.5 แสดงถึงตำแหน่งการติดตั้งโซลินอยล์วาล์ว 37
รูปที่ ก.6 แสดงถึงขั้นตอนในการเติมน้ำอัดก๊าซ 37
รูปที่ ก.7 แสดงถึงสวิตช์เท้าเหยียบ 38
รูปที่ ก.8 แสดงถึงตำแหน่งการวางกระบอกสูบหัวบรรจุน้ำและปิดฝา 38
รูปที่ ก.9 แสดงถึงฐานรองขวดพร้อมตัวประคองด้านข้าง 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมเครื่องดื่มน้ำอัดลมได้รับความนิยมอย่างมาก และมีแนวโน้มในการผลิตน้ำอัดลมชนิดต่างๆมากขึ้นเช่น น้ำผลไม้อัดลม แต่เนื่องจากปัญหาด้านงบประมาณในการลงทุน เพราะชุดผลิตน้ำอัดลมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีราคาสูงเกินกำลังเกินความ สามารถของผู้ประกอบการขนาดเล็ก เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว นายเรืองไชยและคณะ[1]ได้ทำการออกแบบชุดผลิตภัณฑ์น้ำอัดลมต้นแบบขึ้น แต่พบว่าปัญหาที่สำคัญของเครื่องอัดลมต้นแบบคือ ระบบบรรจุซึ่งมีความสำคัญอย่างมากมีขั้นตอนซับซ้อน ใช้เวลาในการผลิตนานและต้องอาศัยความชำนาญงานของผู้ผลิตจึงจะทำให้ได้น้ำอัดลมที่มีปริมาณก๊าซสม่ำเสมอ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการผลิตอย่างมาก ดังนั้นโครงงานนี้จึงได้ทำการออกแบบระบบบรรจุน้ำอัดลมกึ่งอัตโนมัติ เพื่อให้ระบบบรรจุมีประสิทธิภาพสูงขึ้น รวมทั้งทำให้มีอัตราการผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งการบรรจุน้ำอัดลมต้องใช้การบรรจุแบบ (Counter Pressure) และใช้ระบบนิวแมติกควบคุมลำดับการทำงานของชุดบรรจุดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุน้ำอัดแก๊สและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

เครื่องบรรจุน้ำอัดก๊าซและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติขนาด 600×800×1450 มิลลิเมตร ควบคุมโดยระบบนิวแมติก สามารถบรรจุน้ำลงขวดแก้วขนาด 250 มิลลิลิตร พร้อมระบบปิดฝาแบบฝาจีบโดยใช้ระบบลมอัด

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถสร้างเครื่องบรรจุน้ำอัดแก๊สและปิดฝาอัตโนมัติ
2. สามารถลดขั้นตอนและแรงงานคนในการผลิตลง
3. ลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

การบรรจุภัณฑ์จะแบ่งเป็นประเภทของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ และประเภทของบรรจุภัณฑ์

2.1.1 ประเภทของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ[2]

ระบบการบรรจุแบ่งตามประเภทสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ของแห้งและผลิตภัณฑ์ของเหลว

ผลิตภัณฑ์ของแห้ง

ผลิตภัณฑ์ของแห้งจะครอบคลุมไปถึงผลิตภัณฑ์ที่เป็นชิ้น เป็นเม็ด เป็นก้อนหรือเป็นแผ่น ซึ่งสามารถทำการนับได้ ผลิตภัณฑ์ของแห้งนี้รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นเกล็ด ที่สามารถไหลตกได้ด้วยตัวเอง คุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การมีความหนาแน่นคงที่ ซึ่งทำให้มีความสะดวกและแน่นอนในการบรรจุ การชั่งตวง

ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถไหลตกด้วยตัวเองอย่างอิสระและมีลักษณะจับกันแน่นเป็นกลุ่มหรือเป็นก้อนหรือเป็นผงละเอียด ทำให้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีความหนาแน่นไม่คงที่ จึงไม่สามารถบรรจุโดยใช้แรงโน้มถ่วงได้ แต่ต้องอาศัยระบบเกลียวช่วยในการส่งผ่านสู่ท่อบรรจุ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เป็นแผ่นชิ้น เช่น มันฝรั่งทอด ซึ่งมีคุณลักษณะแตกหักง่าย การใช้ระบบการบรรจุป้อนแบบสั่นสะเทือน และบรรจุแบบน้ำหนักสุทธิจะเป็นการบรรจุที่เหมาะสมกว่า

ผลิตภัณฑ์ของเหลว

ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียวข้นต่ำ ซึ่งสามารถไหลตกด้วยตัวเองจะบรรจุได้ง่าย ส่วนผลิตภัณฑ์ของเหลวที่มีความเหนียวข้นสูง จำเป็นต้องออกแบบเครื่องจักรให้ช่วยอัดหรือดันทำให้บรรจุยากกว่า ในการบรรจุขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่นๆของผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นของเหลว เช่น อุณหภูมิในการบรรจุ แนวโน้มที่จะรวมตัวกับอากาศ ความตึงที่ผิวหน้า เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์บางประเภทจะมีส่วนผสมและมีมวลแขวนลอยต่างๆกัน เช่น ซุปสำเร็จรูปจะมีผักหลายชนิดพร้อมทั้งเนื้ออบแห้งและน้ำซุปผสมอยู่ ซึ่งไม่สามารถจะทำการบรรจุครั้งเดียวด้วยระบบบรรจุเดียวกัน ที่ทำให้ส่วนผสมมีสัดส่วนเหมาะสมตามต้องการ เนื่องจากว่าส่วนผสมแต่ละอย่างจะแยกกันตามความหนาแน่นและขนาดพร้อมทั้งความสามารถในการไหลตกอย่างอิสระ ดังนั้น ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จึงต้องทำการแยกกันบรรจุสำหรับส่วนผสมแต่ละประเภท เช่นการบรรจุถั่วกระป๋องต้องทำการบรรจุแยกกันเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหนึ่งทำการบรรจุพวกของแข็งและอีกส่วนหนึ่งทำการบรรจุส่วนผสมที่เป็นน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ประเภทของบรรจุภัณฑ์

เมื่อพิจารณาถึงสมบัติทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์ สามารถแบ่งบรรจุภัณฑ์ออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ บรรจุภัณฑ์แข็งตัว บรรจุภัณฑ์กึ่งแข็งตัว และบรรจุภัณฑ์อ่อนนุ่ม

บรรจุภัณฑ์แข็งตัว (Rigid Packaging)

บรรจุภัณฑ์ประเภทแข็งตัวได้แก่ แก้ว กระป๋องโลหะและพลาสติกแข็งตัว ส่วนมากเป็นพลาสติกฉีด บรรจุภัณฑ์ชนิดนี้มีความแข็งแรงคงรูปได้ดี ลำเลียงบนสายพานได้สะดวก สามารถใช้กับเครื่องบรรจุของเหลวระบบสุญญากาศและระบบที่ใช้ความดันได้ และทำการบรรจุได้เร็วกว่า

บรรจุภัณฑ์กึ่งแข็งตัว (Semi-Rigid Packaging)

บรรจุภัณฑ์ประเภทกึ่งแข็งตัว เช่น ขวดพลาสติกขึ้นรูปด้วยการเป่า ถาดโฟม ถ้วยไอศกรีม ขึ้นรูปด้วยความร้อนและสุญญากาศ บรรจุภัณฑ์ชนิดนี้มีข้อจำกัดการรับแรงอัดและแรงดันจึงบรรจุแบบสุญญากาศไม่ได้

บรรจุภัณฑ์อ่อนนุ่ม (Flexible Packaging)

บรรจุภัณฑ์ประเภทอ่อนนุ่ม เช่น ซองและถุง ไม่สามารถรักษารูปทรงหรือมิติได้ จึงต้องมีอุปกรณ์ช่วยระหว่างทำการบรรจุ และมักใช้ระบบการบรรจุแบบกระบอกสูบอัดใส่ในถุงบรรจุภัณฑ์

2.1.3 ระบบการบรรจุของเหลว

การบรรจุของเหลวแยกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ

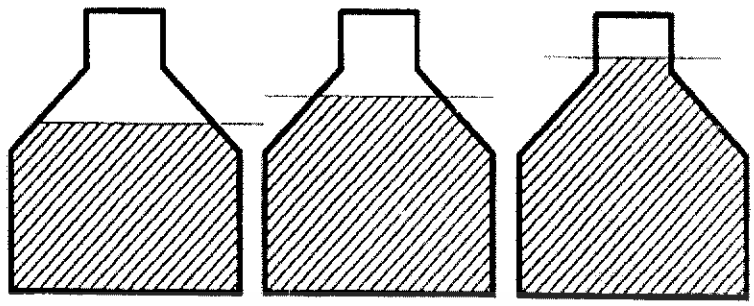
1. การบรรจุแบบปริมาตรคงที่ (Measured Dosing)
2. การบรรจุแบบระดับคงที่ (Filling to give level)

การบรรจุแบบปริมาตรคงที่ (Measured Dosing)

คือการบรรจุแบบวัดปริมาตร ระดับการเติมจะไม่คงที่ ปริมาตรของๆเหลวที่ถูกต้องจะถูกบรรจุในภาชนะบรรจุโดยใช้กระบอกสูบหรือกระบอกตวง ชั่ง อย่างอื่น ดังนั้น ระบบการบรรจุแบบปริมาตรคงที่จะใช้กับ

- ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูง
- ผลิตภัณฑ์ที่ขายตามน้ำหนัก
- ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคขั้นสุดท้ายต้องการน้ำหนักหรือปริมาตรที่ถูกต้อง (ตัวอย่างเช่นแม่สีของสีกระป๋อง)
- ผลิตภัณฑ์ทางยาหรือสารเคมีที่ต้องการปริมาตรการบริโภคและการใช้ที่ถูกต้อง
- ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียวเข้มข้นและไม่สามารถไหลได้ด้วยตัวเอง

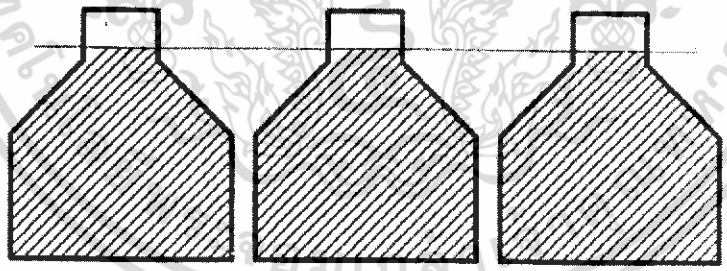
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การบรรจุแบบปริมาตรคงที่[2]

การบรรจุแบบระดับคงที่ (Filling to give level)

คือ การบรรจุแบบกำหนดระดับของเหลวให้คงที่ จะใช้กับผลิตภัณฑ์ของเหลวที่มีราคาต่ำจนถึงราคาปานกลาง ตัวอย่างเช่น น้ำอัดลม เบียร์ และซอส ซึ่งปริมาตรที่ถูกต้องไม่มีสาระสำคัญนัก การบรรจุแบบระดับคงที่นี้สามารถสังเกตโดยใช้สายตาวัดระดับ ในขณะเดียวกันภาชนะบรรจุจะมีปริมาตรบรรจุไม่คงที่เนื่องจากความหนาของผนังของภาชนะบรรจุไม่สม่ำเสมอ ถ้าทำการบรรจุแบบปริมาตรคงที่ก็จะทำให้ระดับความสูงในการบรรจุแตกต่างกันไป ในขณะที่ผู้บริโภคพอใจจะซื้อภาชนะที่บรรจุในระดับเดียวกัน ด้วยเหตุนี้จึงต้องเอาใจลูกค้าโดยการบรรจุให้ระดับคงที่แม้ว่าการบรรจุแบบระดับคงที่จะไม่คำนึงถึงปริมาตรจริง



รูปที่ 2.2 การบรรจุแบบระดับคงที่[2]

ระบบการบรรจุแบบระดับคงที่สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภทคือ

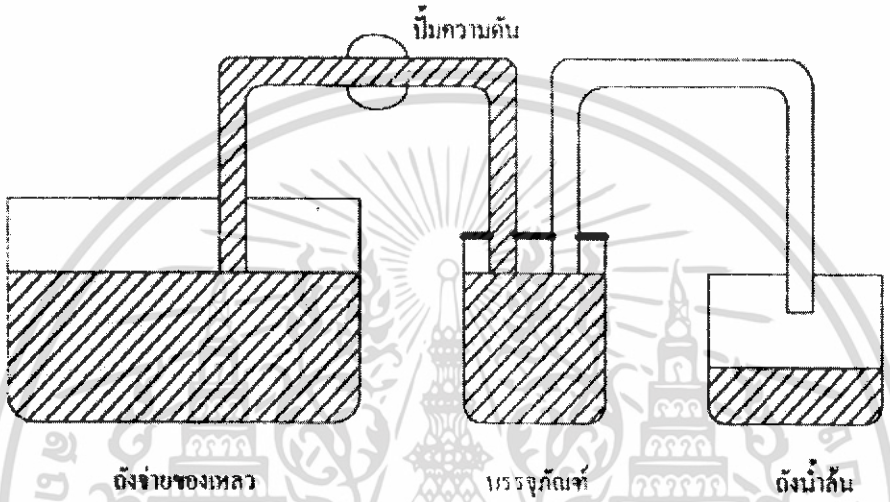
1. แบบอุปกรณ์อีเล็กโทรนิกส์ (Electronic Level Sensing)

หลักการทำงาน ใช้เครื่องส่งสัญญาณ (Sensor) ควบคุมระดับการเติม เมื่อของเหลวถึงระดับที่กำหนดไว้ก็จะหยุดเติม โดยส่งสัญญาณไปสั่งวาล์วให้เปิด หยุดการไหลลงสู่ขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบความดัน (Pressure)

หลักการทำงาน โดยใช้ปั๊มทำให้เกิดแรงดันขึ้น เพื่อทำให้ความดันอากาศถังที่เก็บของเหลวมีค่าต้องการกับขวดที่ต้องการบรรจุ จะทำให้ของเหลวไหลลงสู่ขวด วิธีการปั๊มนี้ไม่จำเป็นต้องยกถังเก็บขึ้นที่สูงและมีผลทำให้การไหลของผลิตภัณฑ์เป็นไปได้เร็วยิ่งขึ้น ระบบการบรรจุแบบใช้ความดันนี้เหมาะที่ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีความข้นเหนียว



รูปที่ 2.3 การบรรจุแบบความดัน[2]

3. แบบใช้แรงโน้มถ่วง (Gravity)

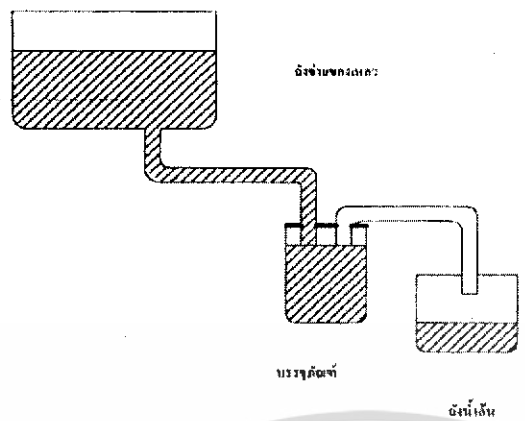
หลักการทำงาน ใช้แรงดึงดูดจากโลกให้ของเหลวไหลโดยน้ำหนักตัวเอง หัวบรรจุจะเป็นแบบที่มีสปริงกดและมีห่วงยางซีลกันรั่ว มีขนาดพอเหมาะที่สามารถกดลงปากขวดได้พอดี เมื่อทำการกดหัวยางลงปากท่อด้วยสปริง ก็จะเป็นจังหวะที่จะไปเปิดวาล์ว ของเหลวก็จะไหลจากถังจ่ายที่ตั้งอยู่ตอนบนลงในบรรจุภัณฑ์ ระดับที่เติมจะถูกกำหนดด้วยระดับของท่อน้ำล้น การบรรจุเติมของเหลวด้วยระบบแรงโน้มถ่วงจะไม่เกิดปัญหาเรื่องการหยดก่อนและหลังการบรรจุ แต่จะทำงานช้ากว่าการบรรจุแบบสุญญากาศด้วยเหตุนี้จึงไม่เหมาะกับผลิตภัณฑ์ประเภทของเหลวที่มีความหนืดสูงซึ่งจะไหลช้ามาก

แบบแรงโน้มถ่วงสามารถแยกย่อยได้อีก 2 ประเภทคือ

3.1 แบบกำหนดเวลา (Timing cycle)

3.2 แบบตวงวัดปริมาตร (Measuring chamber)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

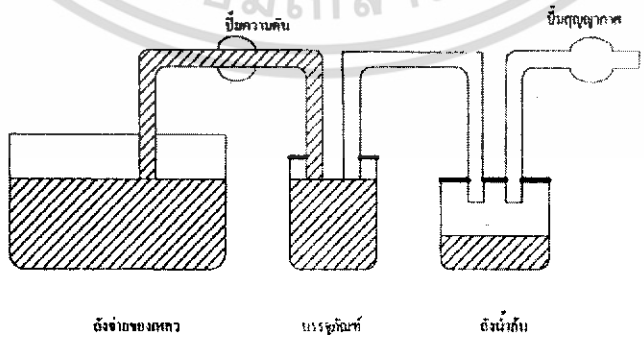


รูปที่ 2.4 การบรรจุแบบแรงโน้มถ่วง[2]

4. แบบสุญญากาศ (Vacuum)

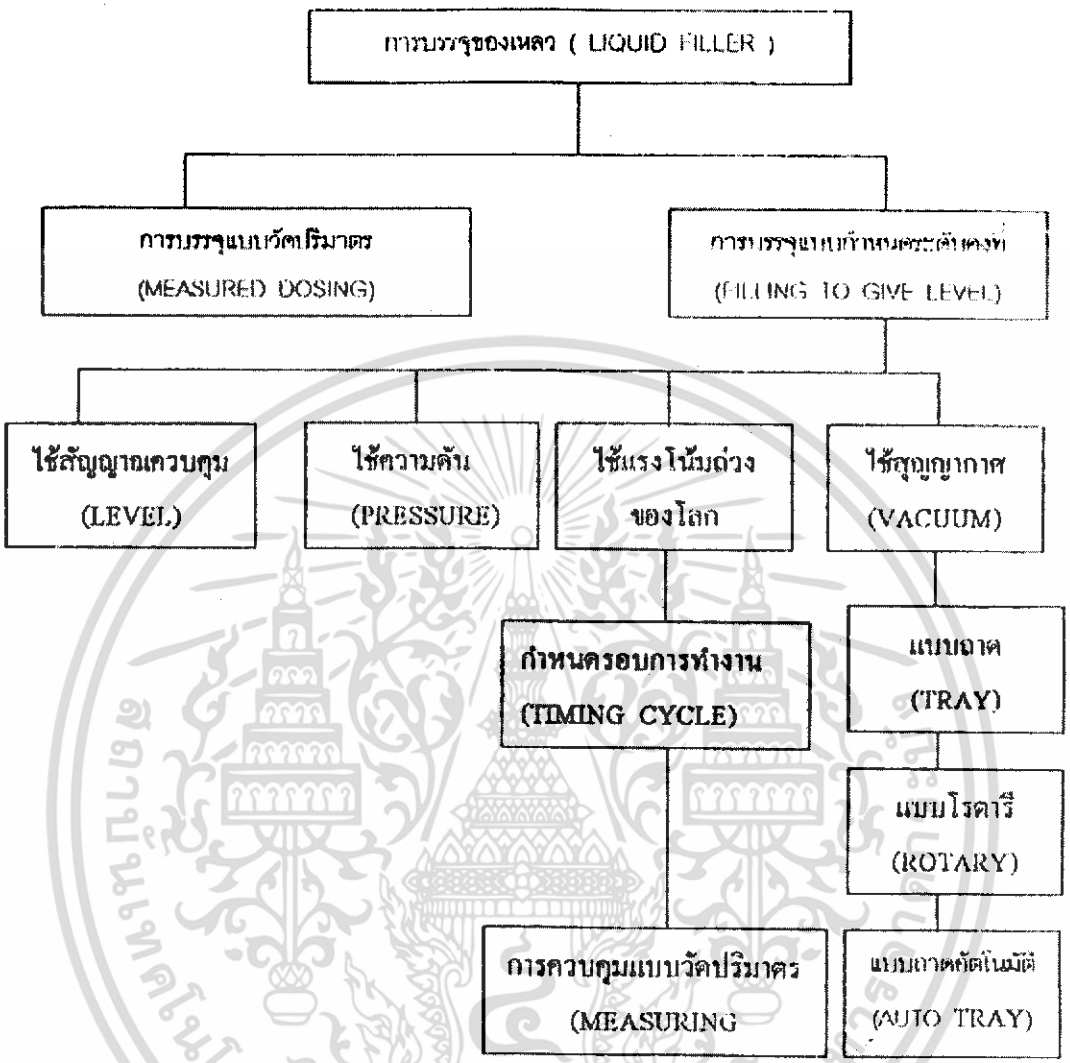
หลักการทำงาน ใช้สุญญากาศทำให้ของเหลวไหลเรียบผนังด้านในขวดบรรจุภัณฑ์ เมื่อของเหลวเติมในบรรจุภัณฑ์ถึงระดับปลายท่อหัวเติมจะดูดของเหลวที่อยู่เหนือระดับปลายท่อไหลออกไปยังถังน้ำล้น ทำให้ของเหลวไม่ขึ้นสูงเกินระดับที่ต้องการบรรจุ ส่วนอากาศในการบรรจุภัณฑ์ก็จะดูดผ่านปั๊มสุญญากาศปล่อยทิ้งไว้

การบรรจุสุญญากาศ ใช้สำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวที่สามารถไหลได้ด้วยตนเองลงในบรรจุภัณฑ์ประเภทแข็งตัว ซึ่งเป็นวิธีการที่รวดเร็ว ยืดหยุ่นและการลงทุนต่ำ แต่วิธีนี้จำกัดเฉพาะบรรจุภัณฑ์ที่คงรูปแข็งตัวเท่านั้น และต้องใช้วิธการบรรจุแบบระดับคงที่เท่านั้น สิ่งพึงระวังคือ บริเวณปากบรรจุภัณฑ์จะต้องไม่บิ่นหรือแตก เนื่องจากจะทำให้การดึงสุญญากาศออกจากขวดไม่สัมฤทธิ์ผล



รูปที่ 2.5 การบรรจุแบบสุญญากาศ[2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



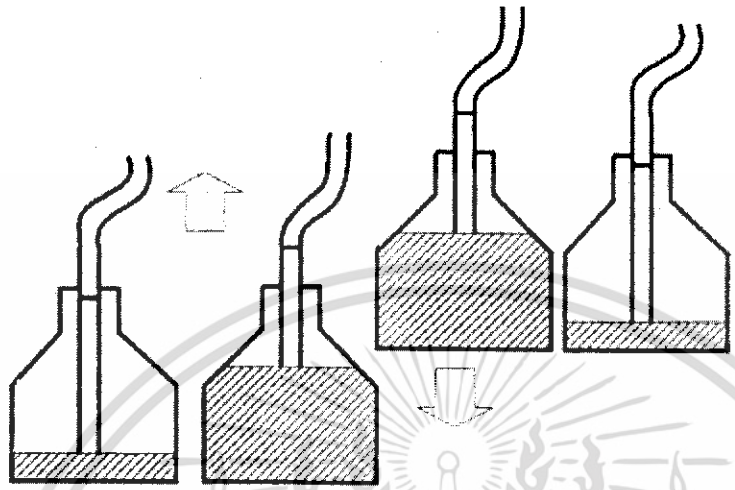
รูปที่ 2.6 แผนภาพแสดงชนิดการบรรจุของเหลวต่างๆ[4]

ทุกระบบของการบรรจุที่กล่าวมาข้างต้น จำเป็นต้องมีห่วงยางบนปากขวดของภาชนะบรรจุและท่อดูดผลิตภัณฑ์ส่วนเกิน ท่อน้ำล้นนี้สามารถใช้ระบบนิวเมติกควบคุมระดับการเติมของเหลว ระบบนิวเมติกนี้จะทำให้อากาศที่มีความดันต่ำช่วยดันของเหลวไหลผ่านท่อภายในท่อบรรจุเมื่อถึงระดับความสูงที่ต้องการของเหลวในภาชนะบรรจุจะก่อให้เกิดความดันย้อนกลับ ทำให้ระบบนิวแมติกหยุดระบบการเติมของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 วิธีการบรรจุของเหลว

ถ้าพิจารณาจากการเคลื่อนที่ตัวของภาชนะและท่อบรรจุ (Nozzle) สามารถแบ่งเป็น 2 วิธี คือ วิธีภาชนะเคลื่อนที่ลง และวิธีให้ท่อเติมเคลื่อนที่ขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.7[2]



รูปที่ 2.7 วิธีการบรรจุของเหลวแบบการเคลื่อนที่ของภาชนะบรรจุและเคลื่อนที่ของท่อบรรจุ[2]

<u>วิธีให้ภาชนะเคลื่อนที่</u> เริ่มจากการสอดท่อบรรจุของเหลวลงในคอภาชนะบรรจุจนถึงระดับหนึ่ง แล้วจึงปล่อยผลิตภัณฑ์ของเหลวให้ไหลลงไปที่ก้นภาชนะ หรือให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวนั้นกระจายไปทางด้านข้างของภาชนะบรรจุเพื่อให้ของเหลวนั้นค่อยๆไหลลงตามผนังภาชนะซึ่งจะช่วยลดความแรงของการไหลของผลิตภัณฑ์และลดการรวมตัวของอากาศจนเกิดเป็นฟองอากาศ

<u>วิธีให้ท่อบรรจุเคลื่อนที่</u> ทำโดยการใส่ท่อหรือบรรจุลงไปถึงก้นของภาชนะบรรจุแล้วปล่อยผลิตภัณฑ์ของเหลวให้ไหลเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ วิธีการนี้จะช่วยลดฟองอากาศในผลิตภัณฑ์และหลีกเลี่ยงการระเหยกลายเป็นไอของผลิตภัณฑ์

การออกแบบท่อบรรจุของเครื่องบรรจุ สามารถออกแบบทรงแข็งหรือแบบอ่อนนุ่ม ถ้าหัวเติมเป็นแบบทรงแข็ง เวลาที่ทำการบรรจุจะถูกยกขึ้น แล้วเลื่อนต่ำลงในการบรรจุไปเรื่อยๆ ส่วนท่อบรรจุแบบอ่อนนุ่มจะทำงานแตกต่างกัน กล่าวคือ เมื่อสอดท่อบรรจุเข้าไปข้างในบรรจุภัณฑ์แล้ว ตัวต่อท่อจะค่อยๆเลื่อนสูงขึ้นในขณะบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ประเภทเครื่องดื่มอัดก๊าซ[1]

เครื่องดื่มอัดก๊าซ (Carbonated Beverages) สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1. เครื่องดื่มอัดก๊าซที่มีแอลกอฮอล์ (alcoholic carbonated beverages) ได้แก่เบียร์ (Beer) แชมเปญ (Champagne) เครื่องดื่มน้ำผลไม้อัดก๊าซ soft drink และ frozen soft drink เป็นต้น

2. เครื่องดื่มอัดก๊าซที่ไม่มีแอลกอฮอล์ (non alcoholic carbonated beverages)ได้แก่ เครื่องดื่มน้ำอัดลมต่างๆ เครื่องดื่มน้ำผลไม้อัดก๊าซ soft drink และ frozen soft drink เป็นต้น

นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งประเภทเครื่องดื่มอัดก๊าซตามลักษณะของปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อัดในเครื่องดื่มนั้นๆสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. เครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาตรมากกว่า 3.5 ปริมาตรขึ้นไป ได้แก่ Ginger alc colas และเครื่องดื่มประเภทใช้ผสม (Mixer) เช่น club soda และ tonics เป็นต้น

2. เครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาตร 2.5 - 3.5 ปริมาตร ได้แก่เครื่องดื่มประเภท Root-beer Lemon-lime cream-soda และเครื่องดื่มประเภท grapefruit

3. เครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาตร 1.0 - 2.5 ปริมาตร ได้แก่ เครื่องดื่มประเภท Strawberry Cherry Grape Orange Pineapple และ Punch เป็นต้น

เครื่องดื่มอัดก๊าซหรือน้ำอัดลมโดยทั่วไปหมายถึงเครื่องดื่มที่มีการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) ในเครื่องดื่มทำให้เครื่องดื่มมีลักษณะและรสชาติดีขึ้น เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อประสาทสัมผัสการรับรส เป็นตัวทำให้เกิดความรู้สึกซาบซ่า เป็นการกระตุ้นความรู้สึกของผู้บริโภคต่อเครื่องดื่ม การกระตุ้นการทำงานของกระเพาะอาหาร เนื่องจากมีการหลั่งน้ำย่อยมากขึ้น มีข้อจำกัดในการดื่มสำหรับผู้ป่วยที่เป็นแผลในกระเพาะอาหาร นอกจากนี้การอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเครื่องดื่มยังเสริมการเก็บรักษาได้ด้วย เนื่องจากสภาวะในเครื่องดื่มจะปราศจากก๊าซออกซิเจนเพราะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปแทนที่ ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต โดยเฉพาะเชื้อยีสต์และเชื้อรา ทำให้การเก็บรักษานานขึ้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีสูตรเคมีว่า CO_2 เป็นก๊าซที่ได้จากการเผาไหม้ หรือไฮโดรไลซิส (hydrolysis) หินอ่อนหรือหินปูน สารประเภท Dolomite สารประเภทไฮโดรเจนคาบอเนต หรือได้จากการหมัก (Fermentation) ของน้ำตาลโดยเชื้อยีสต์

คุณสมบัติของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1. เป็นก๊าซที่ไม่มีสี กลิ่นฉุน มีรสเป็นกรดเล็กน้อย
2. สามารถดันเปลวของกำมะถัน (s) และฟอสฟอรัส (P)
3. ไม่ช่วยในการหายใจ แต่ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ถ้าหากมีสารประเภทโปรแตสเซียม (K) โซเดียม (Na) และลิเซียม (Li) ผสมอยู่จะทำให้สามารถติดไฟในบรรยากาศได้

5. ถ้าผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปในน้ำปูนใส $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$ จะไม่ละลายในน้ำแต่จะทำให้น้ำปูนใสขุ่น

6. ละลายน้ำได้กรดคาร์บอนิค (H_2CO_3) เป็นกรดอ่อนมีรสเปรี้ยวเล็กน้อย (Faintly acid) ละลายน้ำได้ปริมาณ 88 ปริมาตรต่อน้ำ 100 ปริมาตร ที่ 20 องศาเซลเซียส

7. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถละลายตัวได้ถ้าอุณหภูมิสูงๆ โดยละลายเป็นคาร์บอนมอนออกไซด์ (CO) และออกซิเจน (O_2)

2.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1. ความดัน (Pressure) การละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นเมื่อความดันเพิ่มขึ้น ตามกฎของเฮนรี (Henry's Law) กล่าวว่าการละลายของ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิคงที่จะขึ้นอยู่กับความดันเพียงอย่างเดียว แต่ต้องไม่มีก๊าซอื่นผสมอยู่ โดยการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้น 1 ปริมาตรทุกๆ 1 บรรยากาศที่เพิ่มขึ้น

2. อุณหภูมิ (Temperature) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะละลายได้ดีในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำมากกว่า และจะละลายได้น้อยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

3. เวลา (Residence time) โดยทั่วไปในการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการให้ความสมดุลของน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ถ้าให้เวลามากก็จะสามารถทำให้การจับตัวสูงขึ้นไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ความดันสูง

4. พื้นที่สัมผัส (Surface area) หากพื้นที่สัมผัสมากจะทำให้การละลายตัวของคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น ซึ่งการเพิ่มผิวสัมผัสนี้จะส่งผลให้เกิดความสมดุลกับตัวแปรที่เกี่ยวข้องเบื้องต้นด้วย ดังนั้นการออกแบบอุปกรณ์ควรเลือกอุปกรณ์ที่สามารถทำให้ฟองอากาศของคาร์บอนไดออกไซด์มีขนาดเล็กซึ่งจะส่งผลถึงการรวมตัวของคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี

2.1.2 หน่วยวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ระดับความดันเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์ จะแสดงอยู่ในหน่วยของ volume หรือ กรัม ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อของเหลวหนึ่งลิตร แต่นิยมใช้มากในหน่วย volume โดย 1 volume คาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับการละลายตัว 1 ลิตร เข้าไปในของเหลว 1 ลิตร ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และที่ความดัน 1 บรรยากาศ ซึ่งปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการทำให้คาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในรูปคาร์บอเนต เวลาและความดันที่ Head space จนเกิดสมดุลนั้นจะขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัยคือ

1. สัดส่วนของพื้นที่ผิวสัมผัสของก๊าซและปริมาณของเหลว
2. ความแตกต่างของค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่างสถานะก๊าซและของเหลว
3. เวลาที่ใช้หลังจากอัดก๊าซเข้าสู่ของเหลว

ฉะนั้นพื้นที่ผิวสัมผัสของก๊าซถูกทำให้มากขึ้นอัตราการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนไดออกไซด์ให้อยู่ในรูปของคาร์บอเนตก็จะมากขึ้นด้วย การเพิ่มขึ้นเป็นผลต่างระหว่างค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เป็นฟังชั่นกับความดัน

หลักการอัดก๊าซในการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง

การผลิตเครื่องดื่มอัดก๊าซแบบไม่ต่อเนื่องโดยทั่วไปจะทำการผลิตในถังอัดความดันที่บรรจุวัตถุดิบที่ต้องการอัดก๊าซ โดยจะทำการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในถังเพื่อให้เกิดการละลายในผลิตภัณฑ์ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธีคือ

1. การเพิ่มความดันแล้วทิ้งให้เกิดความสมดุล (Head pressure and time)

เป็นวีที่จัดทำการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปในช่องว่างด้านบนของถัง(Head space) แล้วปล่อยให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่อยๆละลายลงในผลิตภัณฑ์จนเข้าสู่สมดุล เป็นวิธีที่ต้องทราบระดับปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต้องการในผลิตภัณฑ์ จากนั้นจึงกำหนดอุณหภูมิและความดันในการผลิตแล้วปล่อยทิ้งไว้จนเกิดการสมดุล เช่น หากต้องการคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 2.7 volume ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วทำให้อุณหภูมิผลิตภัณฑ์ 39^0F อ้างอิงมาตรฐาน(ตามตารางที่ 4.1 Chart Volume of CO_2 gas dissolved in water(ZAHM & NAGEL CO.INC, HOLLAND NY)) ค่าความดันที่ต้องใช้จะเท่ากับ 12 psi จากนั้นนำถังผลิตภัณฑ์เข้าเครื่องทำความเย็นแล้วปล่อยไว้จนสมดุล ซึ่งอาจใช้เวลา 5 - 7 วัน แต่สามารถลดระยะเวลาการผลิตได้โดยการเพิ่มความดันให้สูงกว่าค่าในตาราง แต่วิธีนี้อาจจะทำให้เกิดการละลายของคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไป (Over carbonation) ทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ต้องการเพราะไม่สามารถควบคุมปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การให้ความดันพร้อมการเขย่า (Head pressure and shake)

วิธีนี้จะทำให้เกิดการสมดุลวิธีหนึ่ง คือแทนที่จะรอจนผลิตภัณฑ์สมดุลดังวิธีที่ 1 แต่จะทำการเขย่าถังบรรจุ หลักการนี้จะทำให้เกิดผลต่อกระบวนการถ่ายเทมวลของคาร์บอนไดออกไซด์ให้ดีขึ้น เนื่องจากบริเวณพื้นที่ผิวสัมผัสที่เกิดการเขย่าจะถูกทำให้มากขึ้น ซึ่งจะทำให้ระยะเวลาในการผลิตสั้นลง แต่ขึ้นอยู่กับความถี่ของการเขย่า

3. การฉีดพ่นแก๊ส (Gas injection)

เป็นวิธีที่ใช้ในการลดเวลาที่ผลิตให้สั้นลง ทำโดยการฉีดพ่นคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีขนาดเล็กมากเข้าไปในผลิตภัณฑ์ในถังบรรจุ ให้สัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง วิธีนี้เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสให้มากขึ้นโดยใช้อุปกรณ์คือ Carbonation stone และฟองอากาศก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นี้มีขนาดเล็กมาก พื้นที่ผิวสัมผัสของฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับอากาศกับผลิตภัณฑ์ก็จะมากด้วย ทำให้อัตราการละลายของคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น

2.3 ระบบนิวแมติก[4]

ในงานอุตสาหกรรมได้มีการนำลมอัดมาใช้อย่างกว้างขวาง เนื่องจากเป็นการประหยัดแรงงาน โครงสร้างของอุปกรณ์บังคับลมอัดเป็นแบบง่ายๆ มีความปลอดภัยในการทำงานสูง เพราะมีอุณหภูมิในการทำงานต่ำ เครื่องจักรที่ใช้พลังงานลมอัดจะมีราคาถูกกว่าระบบอื่นๆ มีการบำรุงรักษาและควบคุมง่าย นอกจากนั้นระบบลมอัดยังง่ายต่อการดัดแปลง เช่นสามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้าในการบังคับจากระยะห่างได้ จึงทำให้เป็นที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ทันสมัย

ข้อดีของระบบนิวแมติก

1. ระบบนิวแมติกที่ใช้งานทั่วไปไม่มีการระเบิดหรือลุกไหม้เป็นเปลวไฟ จึงประหยัดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับการป้องกันความปลอดภัย

2. ความเร็วของเครื่องมือที่ใช้ระบบนิวแมติกให้ความเร็วในการทำงานสูง 1 ถึง 2 เมตรต่อวินาที แต่ถ้าหากต้องการความเร็วสูงขั้นมากกว่านี้จะต้องใช้กระบอกสูบชนิดพิเศษ ซึ่งมีความเร็วถึง 10 เมตรต่อวินาที

3. ระบบนิวแมติกเมื่อนำมาใช้งานแล้วระบายทิ้งปล่อยสู่บรรยากาศเลยไม่ต้องเดินท่อทางนำกลับมาใช้ใหม่อีก ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย

4. ระบบนิวแมติกสามารถนำลมอัดที่อัดตัวแล้วในถังและนำไปใช้งานได้เลย

5. อุปกรณ์ใช้งานในระบบนิวแมติกมีความปลอดภัยถ้าใช้งานเกินกำลัง

6. ระบบนิแมติกสามารถปรับความเร็วในการทำงานได้โดยอุปกรณ์ควบคุมความเร็วและสามารถให้รอบในการทำงานสูงถึง 800 รอบต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สามารถปรับความดันลมอัดให้มีค่ามากหรือน้อยได้ตามต้องการโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความดัน

8. ความสะอาดของระบบนิวแมติกดีมากเพราะมีชุดปรับคุณภาพลมอัดก่อนนำมาใช้งาน

9. ระยะชักของก้นสูบสามารถปรับแต่งระยะชักให้สั้นหรือยาวได้ตามต้องการ

10. สามารถทำงานได้ที่ความแตกต่างของอุณหภูมิสูง

<u>ข้อเสียของระบบนิวแมติก</u>

1. ในอุตสาหกรรมบางครั้งมีการเพิ่มอุปกรณ์นิวแมติกเข้ามาในวงจรโดยไม่คำนึงถึงความสามารถของเครื่องอัดลม ซึ่งอาจจะทำให้เครื่องจักรทำงานคลาดเคลื่อนได้และในบางครั้งถ้ากระบอกสูบอยู่ห่างจากอุปกรณ์ควบคุมเกินกว่า 5 เมตรจะทำให้เกิดปัญหาในการทำงานของกระบอกสูบ
2. ลมที่ได้อัดตัวในระบบนิวแมติกจะมีความชื้นปนอยู่และเมื่อความดันลดลงจะทำให้เกิดหยดน้ำ
3. การทำงานของระบบนิวแมติกมักจะมีเสียงดังเพราะต้องการระบายลมทิ้งเนื่องจากลมที่ปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศ จึงจำเป็นต้องมีท่อเก็บเสียง
4. ความดันของลมอัดในระบบนิวแมติกจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงความดันก็จะสูงและถ้าอุณหภูมิต่ำความดันก็จะต่ำลงด้วย
5. ถ้าต้องการใช้แรงในการใช้งานมาก เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบจะต้องมีขนาดโตขึ้นให้ได้แรงตามต้องการ ซึ่งกระบอกสูบในระบบนิวแมติกจะมีขีดจำกัดอยู่

2.3.1 การเลือกขนาดกระบอกลูกสูบ

การเลือกหาขนาดกระบอกลูกสูบลมให้มีขนาดพอเหมาะกับงานในระบบนิวแมติกมีองค์ประกอบในการพิจารณาอยู่หลายประการด้วยกัน เช่น

1. ความดันลมที่ใช้ในระบบ
2. น้ำหนักของงานที่กระบอกสูบจะต้องไปกระทำ
3. ความยาวช่วงชักของก้านสูบที่รับภาระ
4. ความเร็วของกระบอกสูบที่ต้องการใช้
5. ลักษณ์งานที่จะนำกระบอกสูบไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำกระบอกสูบลมไปใช้งาน ควรรู้เรื่องเกี่ยวกับผลการเปลี่ยนแปลงเมื่อค่าใดค่าหนึ่งเปลี่ยนจะมีผลทำให้ค่าอื่นๆ เปลี่ยนไปอย่างไร ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 2.1[4] ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์เกี่ยวกับผลการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ[4]

ข้อมูลที่เปลี่ยน	ความเร็ว	แรงที่ได้รับ
เพิ่มความดันใช้งาน	ไม่มีผล	เพิ่มขึ้น
ลดความดันใช้งาน	ไม่มีผล	ลดลง
เพิ่มเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ	ลดลง	เพิ่มขึ้น
ลดเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ	เพิ่มขึ้น	ลดลง

การเลือกขนาดกระบอกสูบลมให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน หรือขนาดของแรงที่ได้จากลูกสูบสามารถหาได้จากการคำนวณจากสมการหรือจากการเปิดตาราง การคำนวณหาขนาดของกระบอกสูบ แรงที่ได้รับจากลูกสูบเพื่อไปดันให้ก้านสูบไปกระทำกับโหลดให้เคลื่อนที่จะขึ้นอยู่กับความดันลมที่ใช้ เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ และแรงเสียดทานของซีลที่กระทำต่อกระบอกสูบ ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่1 [4] ตามกฎของปาสคาล

$$F_{th} = 10(A \times P) \qquad \text{.....2.1}$$

เมื่อ F_{th} คือ แรงที่ได้จากลูกสูบทางทฤษฎี (N)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ (cm^2)

P คือ ความดันใช้งาน (bar)

แรงที่ได้จากการคำนวณในสมการที่ 1 นั้นเป็นแรงทางทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัตินั้นขณะที่ทำงานแรงจะลดลงเนื่องจากค่าความเสียดทานมีค่าประมาณ 3 ถึง 10% ของแรงที่คำนวณได้ตามทฤษฎี (ในกรณีที่ค่าความดันลมอัดที่ใช้งานอยู่ระหว่าง 4 ถึง 8 บาร์) นั้นคือ แรงในทางปฏิบัติจะมีค่า

$$F_{n.} = 10(A \times P) - F_R \qquad \text{.....2.2}$$

เมื่อ $F_{n.}$ คือ แรงที่ได้สุทธิในการทำงาน (N)

F_R คือ แรงที่เกิดจากการเสียดทาน (N)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากลักษณะของกระบอกสูบในการใช้งานมีอยู่หลายแบบด้วยกันแต่ในการคำนวณจะกล่าวเฉพาะกระบอกสูบแบบพื้นฐานที่ใช้กันทั่วไป คือ กระบอกสูบแบบทำงานทางเดียว และกระบอกสูบแบบทำงานสองทาง

สำหรับลูกสูบชนิดทำงานทางเดียว

$$F_{n.} = 10\,(A\times P) - (F_R + F_{Sp})$$

$$F_{n.} = 10\,(\frac{\pi D^2}{4} * P) - (F_R + F_{Sp}) \qquad \text{.....2.3}$$

สำหรับลูกสูบชนิดทำงานสองทาง

<u>ในขณะที่ลูกสูบวิ่งออก</u>

$$F_{n1} = 10(A\times P) - F_R$$

$$F_{n1} = 10\,(\frac{\pi D^2}{4} * P) - F_R \qquad \text{.....2.4}$$

<u>ในขณะที่ลูกสูบวิ่งเข้า</u>

$$F_{n2} = 10(A' \times P) - F_R$$

เมื่อ A' คือ พื้นที่วงแวนของลูกสูบ (cm^2)

แต่ A' คือ $\pi(D^2 - d^2)/4$

นั้นคือ F_n คือ $10[\pi(D^2 - d^2)/4 * P] - F_R$ 2.5

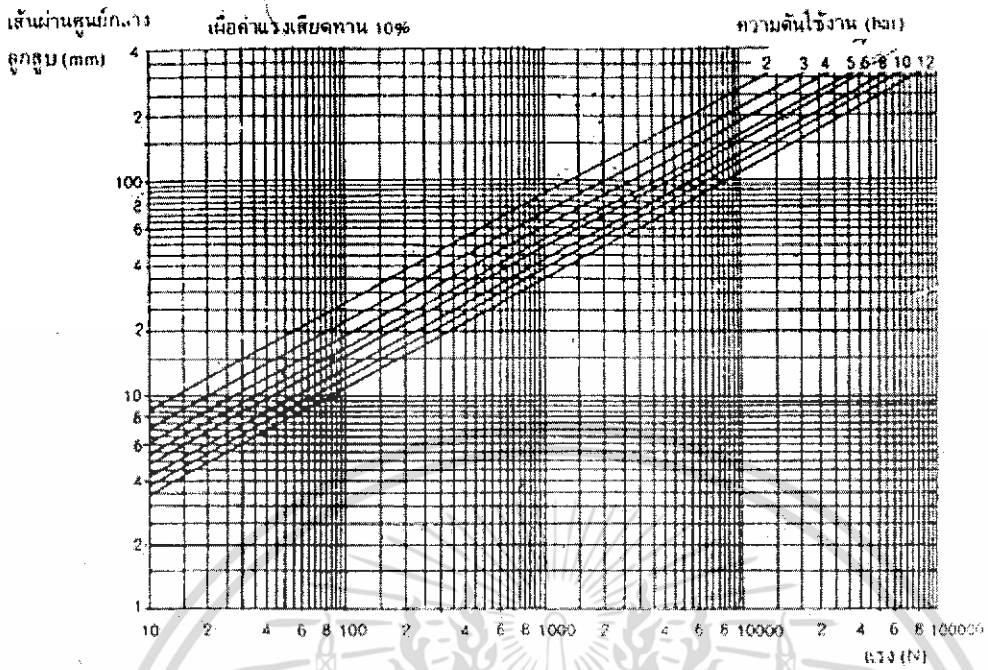
เมื่อ d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางก้านสูบ (cm)

ค่าความต้านทานจากความเสียดทานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความดันที่ใช้งาน ความเร็วของลูกสูบ คุณภาพการหล่อลื่น คุณภาพของผิวกายในการระบอกสูบ ชนิดของซีลที่ใช้ทำกระบอกสูบรวมทั้งก้านสูบด้วย

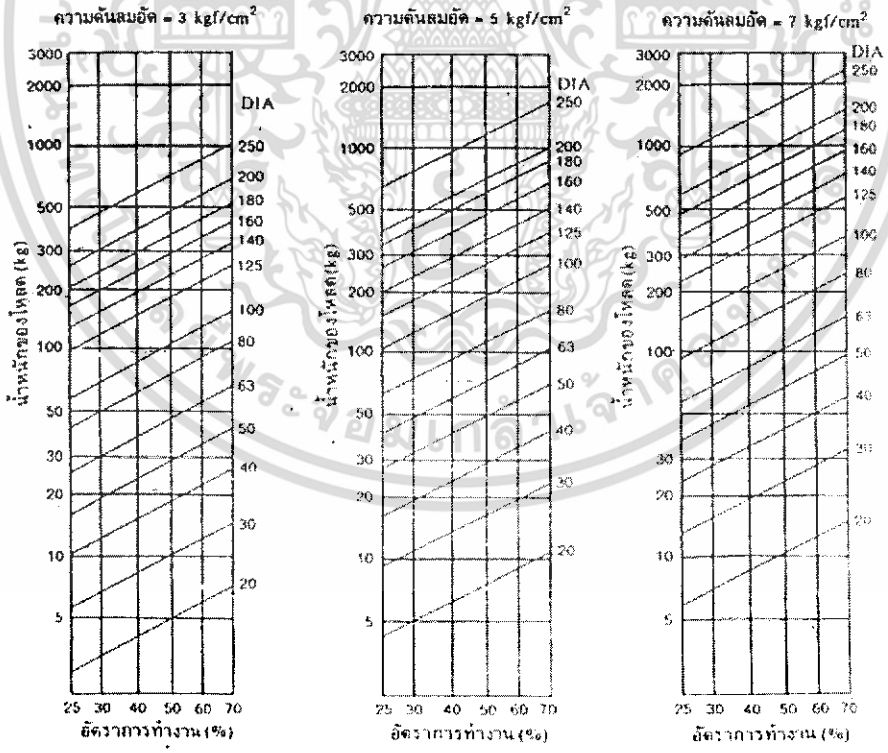
นอกจากการคำนวณแล้ว ยังสร้างตารางสำหรับการเปิดหาค่าแรงดันสุทธิที่ได้เป็นค่าที่คิดจากแรงเสียดทานที่ 10% ของแรงดันทางทฤษฎี

ถ้าไม่ต้องการใช้ตารางที่ 2.2[3] ในการเปิดหาค่าแรงดันสุทธิ อาจใช้หาจากรูปที่ 2.8[3] หาค่าแรงดันสุทธิก็ได้ โดยสามารถอ่านออกมาเป็นค่าแรงสุทธิได้เลย แต่การใช้ควรจะต้องทราบเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบมาตรฐานที่มีใช้งานอุตสาหกรรมทั่วไปเสียก่อน โดยดูจากตารางที่ 2.3[3] ซึ่งเป็นมาตรฐาน JIS และตารางที่ 2.4[3]ซึ่งเป็นมาตรฐาน DIN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การหาแรงดันสุทธิของกระบอกสูบลม[3]



รูปที่ 2.9 การหาค่าขนาดกระบอกสูบตามอัตราการทำงาน [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีวิธีการคิดหาขนาดของกระบอกสูบลมตามอัตราการทำงานของกระบอกสูบนั้นๆ เช่น อัตราการำงาน (Load rate) 50%, 65%, 80% และ 100% ของความสามารถของกระบอกสูบที่คำนวณออกมาได้ สามารถหาได้จากรูปที่ 2.9[3]

เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ (mm)	แรงดันของกระบอกสูบลม (bar)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0
12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	123	13	14	15
16	2	3	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
25	4	9	13	17	21	24	30	34	38	42	46	50	55	60	63
35	8	17	26	35	43	52	61	70	78	86	95	104	113	122	129
40	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168	180
50	17	35	53	71	88	106	124	142	159	176	194	212	230	248	264
70	34	69	104	139	173	208	243	278	312	346	381	416	451	486	5191
100	70	141	212	283	353	424	495	566	636	706	777	848	919	990	059
140	138	277	416	555	693	832	971	1110	1248	1386	1525	1644	1803	1942	2079
200	283	566	850	1133	1416	1700	1983	2266	2550	2832	3116	3400	3683	3966	4248
250	433	866	1300	1733	2166	2600	3033	3466	3800	4332	5200	5200	5633	6066	6498

ตารางที่ 2.2 การหาแรงดันสุทธิของกระบอกสูบลม[3]

6	10	15	20
25	30	32	40
50	63	75	80
100	125	140	150
160	180	200	230
250	300	350	400

ตารางที่ 2.3 เส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบตามมาตรฐาน JIS(mm)[3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

62561

6	8	10	12
16	20	25	32
40	40	63	70
80	100	160	160
200	250	320	-

ตารางที่ 2.4 เส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบตามมาตรฐาน DIN(mm)[3]

2.4 ประเภทของฝา [2]

ฝาที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารส่วนใหญ่แบ่งเป็น 3 ประเภทดังแสดงในรูปที่ 2.10 ฝาแต่ละประเภทมีลักษณะดังนี้ คือ

2.4.1 ฝาจีบ (Crown Cork)

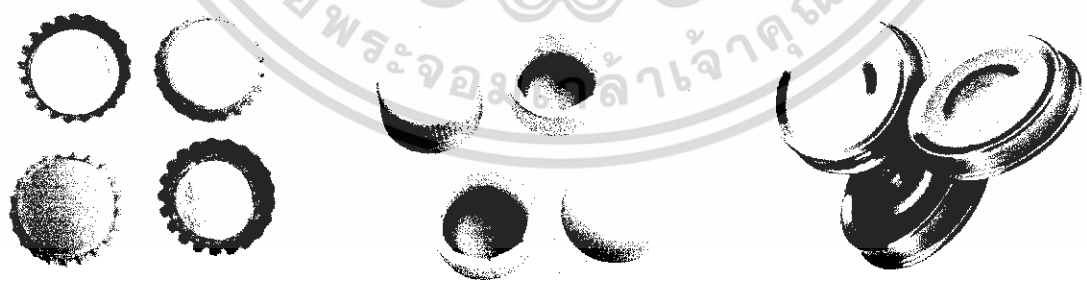
เป็นฝาที่คุ้นเคยเนื่องจากใช้กับขวดน้ำอัดลมเป็นส่วนใหญ่ เครื่องจักรที่ใช้เป็นการกด (Press) บริเวณฝาที่เป็นจีบลงไปในร่องของปากขวด

2.4.2. ฝาเกลียว

เป็นฝาที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับบรรจุภัณฑ์พลาสติก เครื่องจักรที่ใช้จะมีตัวหนีบฝา (Chuck) ให้หมุนไปตามเกลียวของขวด

2.4.3. ฝาลัก(Lug)

ส่วนใหญ่เป็นฝาโลหะที่มีติ่งอยู่ใต้ฝามักใช้กับขวดปากกว้าง สำหรับบรรจุอาหารประเภทต่างๆ ข้อดีของฝานี้คือ หมุนฝาเพียง 1 ส่วน 4 รอบก็จะสามารถเปิดฝาได้อย่างง่ายดาย



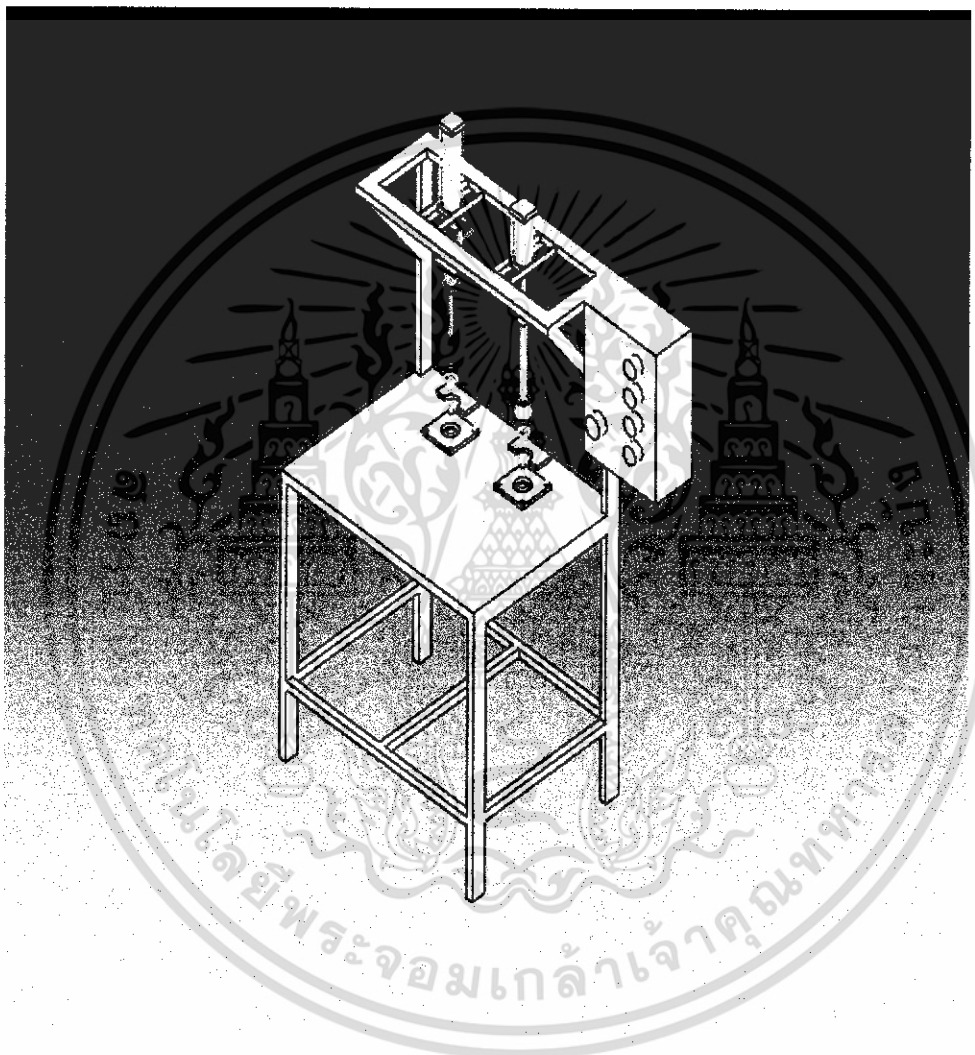
(1) (2) (3)

รูปที่2.10 ลักษณะของ 1.ฝาจีบ 2. ฝาเกลียว 3. ฝาลัก ตามลำดับ[5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและส่วนประกอบหลักของเครื่อง

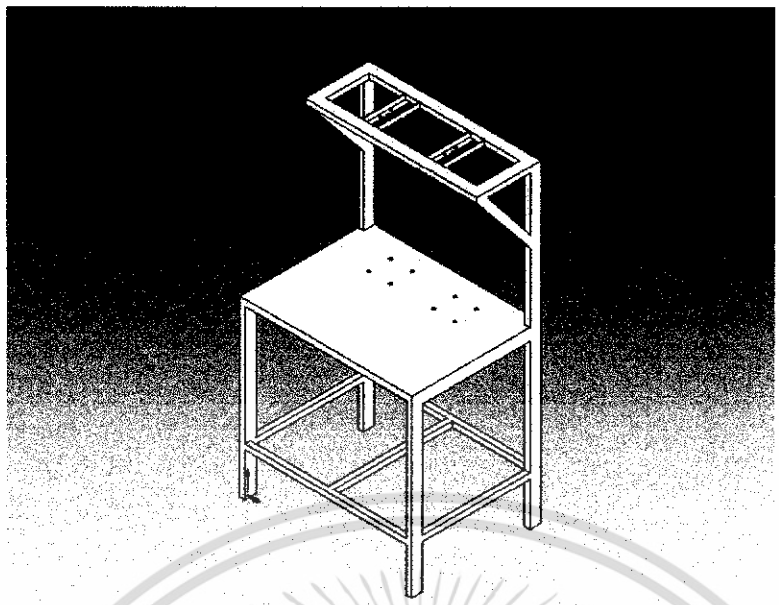
3.1 การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะโดยรวมของเครื่องทั้งหมด

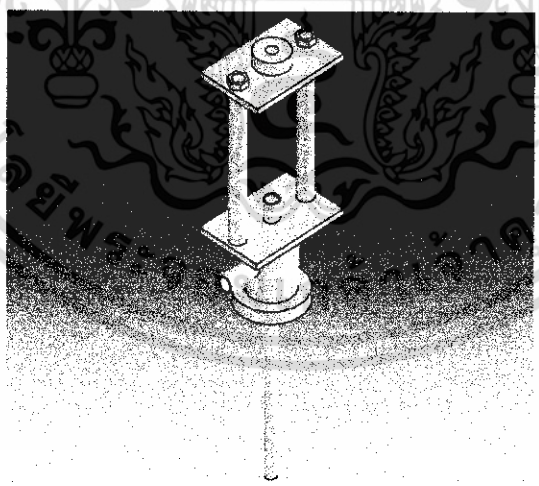
จากรูปที่3.1 แสดงลักษณะโดยรวมของเครื่องทั้งหมดโดยมีขนาด 600×800×1450 mm ซึ่งในการออกแบบจะคำนึงถึงการเลือกใช้ระบบการทำงานและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องที่ปราศจากการเกิดสนิม เนื่องจากเป็นเครื่องที่ทำการผลิตที่เกี่ยวกับเครื่องดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะโครงสร้าง

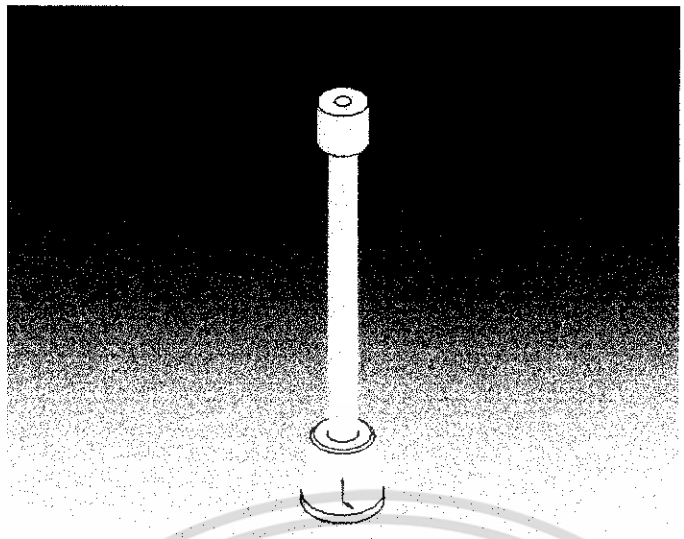
โครงสร้างของเครื่องทำจากแคนเลสทุกชิ้นส่วนเพื่อป้องกันการเกิดสนิมและจะออกแบบให้มีพื้นที่ในการทำงานสะดวกสบายง่ายในส่วนของตำแหน่งฐานรองขวดได้มีการเสริมเหล็กฉากด้านล่างเพื่อเพิ่มความแข็งแรงในขณะขวดถูกกด



รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะชุดหัวบรรจุ

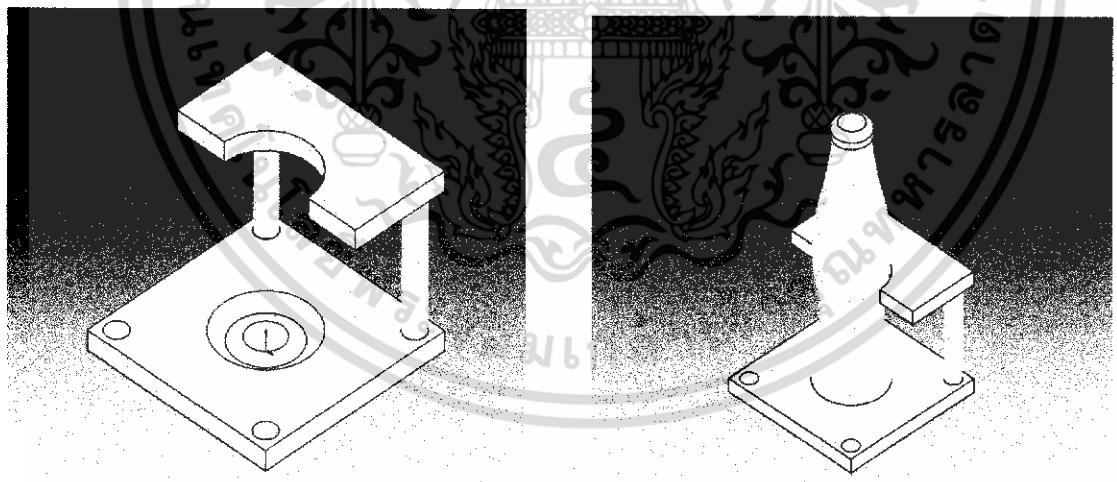
ชุดหัวบรรจุจะมี Plate อยู่ด้านบนเพื่อยึดติดกับกระบอกสูบโดยใช้ยูรีเทนเป็นตัวซีลป้องกันการรั่วซึมในขณะทำการบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะชุดปิดฝา

ชุดหัวปิดฝาทำจากสแตนเลส โดยจะถูกออกแบบมาให้มีแม่เหล็กติดอยู่กับส่วนปลายของชุดหัวกดเพื่อให้แม่เหล็กดูดฝาติดกับหัวกด

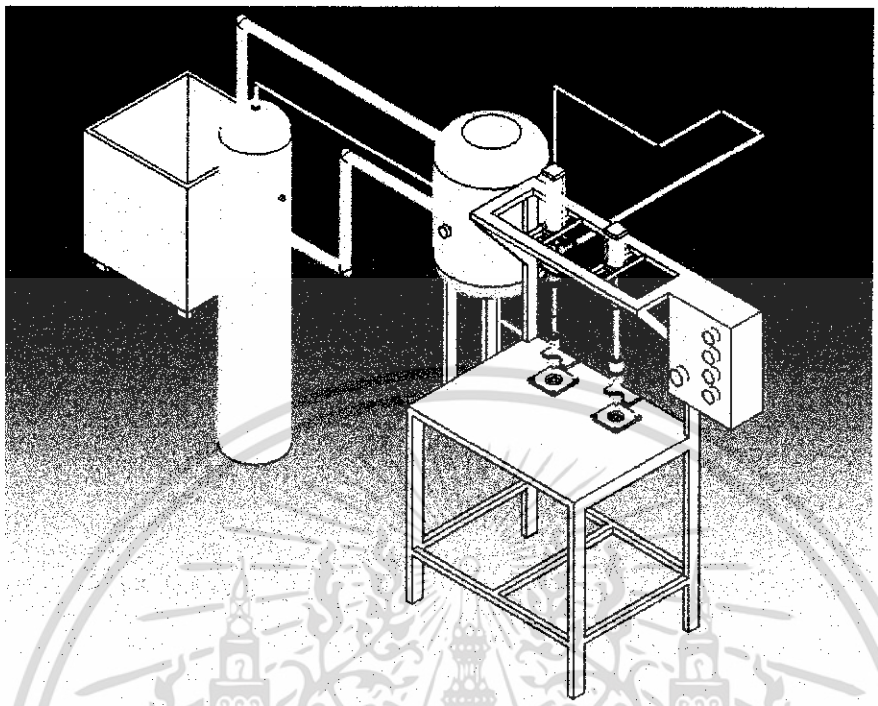


รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะฐานรองขวด

ฐานรองขวดจะทำจากสแตนเลสโดยมีแกนประคองคอขวดเพื่อให้ขวดไม่มีการโยกเยกโดยยึดกับฐานโครงสร้างซึ่งด้านล่างของฐานรองขวดจะเสริมเหล็กฉากไว้เพื่อเพิ่มความหนาแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. 2 การทำงานของเครื่องบรรจุน้ำอัดก๊าซแบบกึ่งอัตโนมัติ



รูปที่ 3.6 เครื่องบรรจุน้ำอัดลมและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติทั้งหมด

1. นำขวดเข้าในตำแหน่งฐานรองรับขวด
2. กดสวิตช์กระบอกสูบจะเคลื่อนที่ลงพาชุดหัวบรรจุชนกับปากขวดโดยมี วาล์วควบคุมเวลาตัวที่1 หน่วงเวลาหัวบรรจุลง
3. เมื่อวาล์วควบคุมเวลาตัวที่1 หน่วงครบเวลา จะสั่งให้โซลินอยล์วาล์วทำงาน ให้ CO_2 เปิดเข้าไปในขวด และวาล์ว CO_2 จะถูกปิดโดยวาล์วควบคุมเวลาตัวที่2
4. หลังจากวาล์ว CO_2 ปิดจะทำให้วาล์วน้ำและวาล์วระบายก๊าซCO_2 ภายในขวดเปิดออกจะทำให้น้ำไหลลงสู่ขวดจนได้ตามระดับที่ต้องการ ซึ่งควบคุมด้วยวาล์วควบคุมเวลาอย่างละเอียดตัวที่3
5. เมื่อวาล์วควบคุมเวลาอย่างละเอียดตัวที่3 หน่วงครบเวลาแล้ว วาล์วน้ำและวาล์วระบายก๊าซ CO_2 จึงจะปิดและสั่งให้กระบอกสูบเคลื่อนที่กลับ
6. จากนั้นหยิบขวดจากฐานบรรจุน้ำไปวางไว้ที่ฐานปิดฝา
7. กดสวิตช์ที่ชุดปิดฝา กระบอกสูบจะเคลื่อนที่ลงพาชุดปิดฝามาปิดฝาที่ขวดและจะเลื่อนขึ้นโดยมีวาล์วควบคุมเวลาตัวที่4 เป็นตัวควบคุม
8. นำขวดออกจากตำแหน่งฐานรองรับขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบวงจรควบคุม

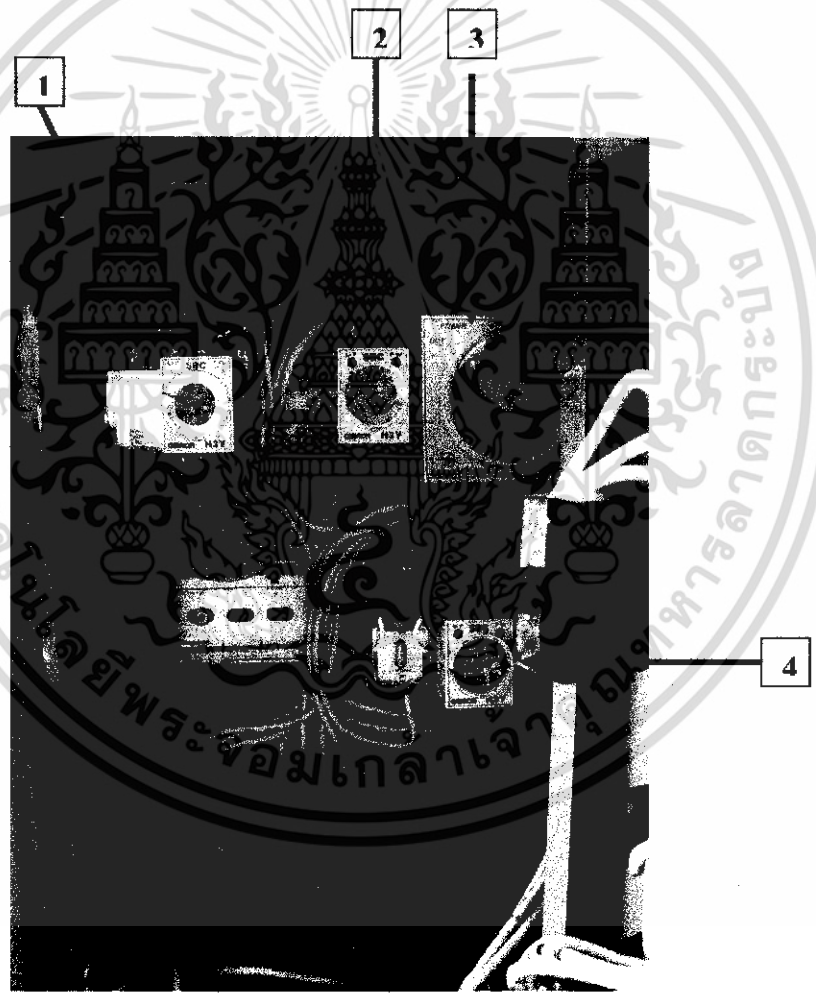
ระบบนิวแมติกในเครื่องทดสอบนี้ ทำหน้าที่ควบคุมการบรรจุและปิดฝาโดยมีวาล์วควบคุมเวลา (Time Delay) เป็นตัวควบคุม ดังแสดงในรูปที่ 3.7 ดังนี้

ตัวที่1 ทำหน้าที่หน่วงเวลาที่กระบอกสูบเครื่องบรรจุเคลื่อนที่ลง

ตัวที่2 ทำหน้าที่หน่วงเวลาในการเปิด CO_2 เข้าไปในขวด

ตัวที่3 ทำหน้าที่หน่วงเวลาในการบรรจุน้ำอัดก๊าซลงขวด

ตัวที่4 ทำหน้าที่หน่วงเวลาในการปิดฝา



รูปที่ 3.7 แสดงการติดตั้งวาล์วควบคุมเวลาทั้ง 4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
วิธีการทดลอง

เครื่องบรรจุของเหลวอัดก๊าซและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติที่ออกแบบและสร้างขึ้นนี้ เพื่อให้เครื่องสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะแบ่งการทดลองเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การหาประสิทธิภาพเครื่องบรรจุน้ำอัดก๊าซ

ตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องปิดฝา

4.1 การหาประสิทธิภาพเครื่องบรรจุน้ำอัดก๊าซ

อุปกรณ์

1. เครื่องทดลองที่ออกแบบและสร้างขึ้น
2. ขวดบรรจุขนาด 250 CC
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก
4. เทอร์โมมิเตอร์
4. เครื่องวัดแบบ Piercing Device

วิธีการทดลอง

1. ค่าความดันที่ใช้ในการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความดัน 2 , 3 , 4 bar โดยเปลี่ยนเวลาในการระบายอากาศเป็น 7 , 9 , 11 วินาทีตามลำดับ
2. อุณหภูมิที่ใช้ในการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 องศาเซลเซียสโดยใช้เวลาในการอัดก๊าซ 2 ชั่วโมง 30 นาที
3. ทำการบรรจุน้ำอัดก๊าซลงขวดบรรจุแล้วชั่งน้ำหนักของน้ำในขวดโดยทำการทดลอง 3 ครั้ง ในแต่ละความดัน
4. นำขวดไปวัดโดยเครื่องวัดแบบ Piercing Device และนำค่าความดันสูงสุดกับค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ไปทำการหาค่าปริมาณ Volume ของคาร์บอนไดออกไซด์จาก Chart Volume of CO_2 gas dissolved in water (ZAHM AND NAGLE CO.INC HOLLAND,NY) ที่ใช้ในการอ้างอิงตามตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การหาประสิทธิภาพของการปิดฝา

อุปกรณ์

1. เครื่องทดลองที่ออกแบบและสร้างขึ้น
2. ขวดบรรจุ
3. เครื่องมือวัดขนาดของฝาจีบ

วิธีการทดลอง

1. นำขวดที่ได้ทำการบรรจุแล้วมาทำการปิดฝาที่ความดัน 7.5 , 8 , 8.5 bar
2. ทำการทดลองจำนวน 20 ขวด ของแต่ละความดัน
3. นำขวดที่ปิดฝาแล้วไปวัดขนาดของฝา
4. หาค่าประสิทธิภาพโดยนับจำนวนขวดที่ได้มาตรฐานต่อจำนวนขวดที่ทำการทดลองทั้งหมด

4.3 วิธีการใช้ชุดอุปกรณ์วัดปริมาณการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวิธี Piercing Device[1]

4.3.1 หลักการทำงานและวิธีการทำงานของชุด Piercing Device

ชุดอุปกรณ์ Piercing Device เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้กับเครื่องดื่มที่มีการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ชุดอุปกรณ์เครื่องมือนี้ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนหลักๆ ได้แก่ เกจวัดความดัน 0 – 60 psi ทำงานโดยมีเข็มเจาะเข้าไปในขวด อ่านค่าความดันและทำการวัดอุณหภูมิ นำความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดันและอุณหภูมิที่อ่านได้ไปหาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในขวดจากตารางแสดงความสัมพันธ์ที่ใช้กับอุปกรณ์ชุดนี้

ชุดอุปกรณ์ Piercing Device ที่ทำการออกแบบในงานวิจัยนี้เป็นการดัดแปลงจากชุดอุปกรณ์ของ The Zahm Model D.T. Piercing Device (ZAHM AND NAGLE CO.INC HOLLAND,NY) แต่ดัดแปลงให้เข้ากับการทดลองของงานวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งมีราคาที่ถูกกว่ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องวัดแบบ Piercing Device มีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการคลายน็อตที่เป็นตัวล็อคชุดแผ่นกดแล้วทำการปรับระดับความสูงให้ได้ระดับกับความสูงของขวดที่ทดลอง

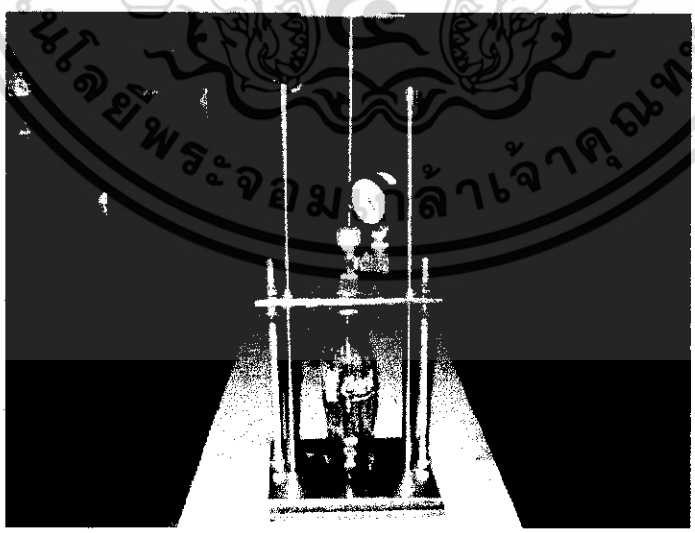
2. ทำการวางภาชนะบรรจุให้อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของฐานที่ใช้เป็นที่วาง โดยที่ให้ตำแหน่งของปากขวดสวมเข้ากับรูที่เจาะไว้กับชุดแผ่นกดด้านบนซึ่งจะทำให้ปากขวดสัมผัสกับแผ่นยางพอดี

3. ทำการเลื่อนชุดแผ่นกดลงมา แล้วขันน็อตให้ที่ใช้ปรับระดับให้เกิดการกดกับขวดจนแน่น

4. กดส่วนเข็มให้ทะลุส่วนของฝาจีบที่ปิดปากขวดเล็กน้อย ทำการเขย่าชุดอุปกรณ์วัดไปข้างหน้าและไปข้างหลังหลายๆครั้งจนกระทั่งค่าความดันที่อ่านได้มีค่าสูงสุด

5.คลายน็อตที่เป็นตัวล็อคชุดแผ่นกดนำภาชนะบรรจุออกจากชุดอุปกรณ์วัด แล้วทำการเปิดฝาขวดด้วยที่เปิดฝา นำเทอร์โมมิเตอร์ที่เตรียมไว้จุ่มลงในขวดเพื่อทำการวัดอุณหภูมิ ทำการแกว่งเล็กน้อย จนกระทั่งค่าอุณหภูมิที่สามารถอ่านค่าได้คงที่ (โดยปกติจะใช้เวลาตั้งแต่ 30 วินาที จนถึง 1 นาทีหรือมากกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์) ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิที่อ่านได้

6.นำค่าความดันสูงสุดกับค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ไปทำการหาค่าปริมาณ Volume ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก Chart Volume of CO_2 gas dissolved in water (ZAHM AND NAGLE CO.INC HOLLAND,NY) ที่ใช้ในการอ้างอิงตามตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ชุดอุปกรณ์วัดปริมาณการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวิธี Piercing Device

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P(Psi) / T(°F)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
40	1.45	1.6	1.8	2	2.2	2.4	2.6	2.8	3	3.2	3.4	3.6	3.8	4	4.2	4.3	4.5	4.7	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9	61	6.3
41	1.42	1.6	1.8	2	2.2	2.4	2.6	2.8	2.9	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9	4.1	4.2	4.4	4.6	4.8	5	5.2	5.4	5.6	5.8	6	6.2
42	1.4	1.6	1.8	2	2.1	2.3	2.6	2.8	2.9	3.1	3.3	3.5	3.6	3.8	4	4.2	4.4	4.6	4.7	4.9	2.1	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1
43	1.37	1.6	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.8	3	3.2	3.4	3.6	3.8	3.9	4.1	4.3	4.5	4.7	4.8	5	5.2	5.4	5.6	5.8	6
44	1.35	1.5	1.7	1.9	2.1	2.2	2.4	2.6	2.8	3	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9	4	4.2	4.4	4.6	4.8	5	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9
45	1.32	1.5	1.7	1.8	2	2.2	2.4	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3	3.4	3.6	3.8	4	4.1	4.3	4.5	4.7	4.8	5	5.2	5.4	5.6	5.7
46	1.29	1.5	1.6	1.8	2	2.2	2.3	2.5	2.7	2.8	3	3.2	3.4	3.5	3.7	3.9	4	4.2	4.4	4.6	4.7	4.9	5.1	5.3	5.4	5.6
47	1.26	1.4	1.6	1.8	1.9	2.1	2.3	2.4	2.6	2.8	2.9	3.1	3.3	3.5	3.6	3.8	4	4.1	4.3	4.5	4.6	4.8	5	5.2	5.3	5.5
48	1.24	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.2	2.4	2.6	2.7	2.9	3.1	3.2	3.4	3.6	3.7	3.9	4.1	4.2	4.4	4.6	4.7	4.9	5.1	5.2	5.4
49	1.21	1.4	1.5	1.7	1.9	2	2.2	2.4	2.5	2.7	2.8	3	3.2	3.3	3.5	3.7	3.8	4	4.1	4.3	4.5	4.6	4.8	5	5.1	5.3
50	1.19	1.4	1.5	1.7	1.8	2	2.2	2.3	2.5	2.6	2.8	2.9	3.1	3.3	3.4	3.6	3.7	3.9	4	4.2	4.4	4.5	4.7	4.9	5	5.2
51	1.47	1.3	1.5	1.6	1.8	2	2.1	2.3	2.4	2.6	2.7	2.9	3.1	3.2	3.4	3.5	3.7	3.8	4	4.2	4.3	4.5	4.6	4.8	5	5.1
52	1.15	1.3	1.5	1.6	1.8	1.9	2.1	2.2	2.4	2.5	2.7	2.8	3	3.1	3.3	3.5	3.6	3.8	3.9	4.1	4.2	4.4	4.5	4.7	4.9	5
53	1.13	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2	2.2	2.3	2.5	2.6	2.8	2.9	3.1	3.3	3.4	3.6	3.7	3.8	4	4.2	4.3	4.4	4.6	4.8	4.9
54	1.11	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2	2.2	2.3	2.4	2.6	2.7	2.9	3	3.2	3.3	3.5	3.6	3.8	3.9	4.1	4.2	4.4	4.5	4.7	4.8
55	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.8	2	2.1	2.3	2.4	2.6	2.7	2.8	3	3.1	3.3	3.4	3.6	3.7	3.9	4	4.1	4.3	4.4	4.8	4.7
56	1.08	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	1.9	2.1	2.2	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.1	3.2	3.4	3.5	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.4	4.5	4.7
57	1.06	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	1.9	2	2.2	2.3	2.5	2.6	2.7	2.9	3	3.2	3.3	3.5	3.6	3.7	3.9	4	4.1	4.3	4.4	4.6
58	1.04	1.2	1.3	1.5	1.6	1.7	1.9	2	2.1	2.3	2.4	2.6	2.7	2.8	3	3.1	3.3	3.4	3.5	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.4	4.5
59	1.02	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	2	2.1	2.2	2.4	2.5	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.5	3.6	3.7	3.9	4	4.2	4.3	4.4
60	1	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2	2.3	2.5	2.6	2.7	2.9	3	3.1	3.3	3.4	3.5	3.7	3.9	3.9	4.1	4.2	4.3

ตารางที่ 4.1 Chart Volume of CO_2 gas dissolved in water (ZAHM AND NAGLE CO.INC HOLLAND,NY)

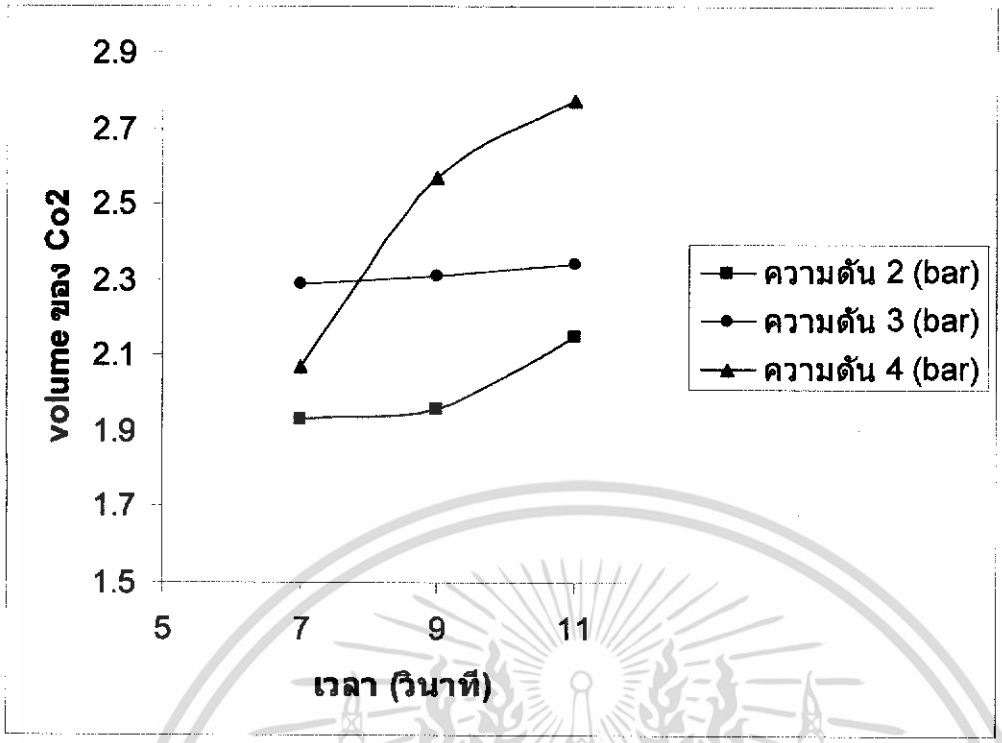
บทที่ 5
ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 ผลการหาประสิทธิภาพเครื่องบรรจุน้ำอัดก๊าซ

เมื่อทำการกำหนดปริมาตรการบรรจุ 250 ลบ.ซม. โดยทำการบรรจุที่สภาวะการผลิต 2 bar 3 bar และ 4 bar พบว่าเครื่องบรรจุสามารถบรรจุน้ำอัดก๊าซได้ในปริมาตร 250 ± 1.52 , 250 ± 1.76 และ 250 ± 2.0 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าเมื่อสภาวะการผลิตที่ความดันสูงขึ้นจะทำให้ความคลาดเคลื่อนของปริมาตรเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้เกิดจากที่ความดันสูง CO_2 จะมากทำให้เกิดการสูญเสียได้ง่าย อย่างไรก็ตามปริมาตรที่คลาดเคลื่อนนั้นไม่ได้ทำให้ระดับน้ำในขวดแตกต่างกันอย่างชัดเจนดังรูปที่ 5.1

รูปที่ 5.1 แสดงถึงระดับของการบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการบรรจุกับปริมาณ Volume ของ CO_2 ในน้ำ

ผลของอัตราเร็วในการบรรจุที่ความดันต่างๆต่อปริมาณ Volume ของ CO_2 ที่คงเหลือหลังการบรรจุ

ในส่วนของขั้นตอนในการบรรจุนั้น ปัจจัยที่ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ละลายในน้ำจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความดันที่ใช้ในการอัดก๊าซภายในถังและเวลาในการบรรจุ ซึ่งถ้าเวลาในการบรรจุมีค่ามากจะทำให้อัตราการไหลของอากาศที่ถูกระบายออกจากขวดนั้นมีค่าน้อยลง ทำให้อัตราการไหลของน้ำอัดก๊าซจะเป็นไปอย่างช้าๆ มีผลทำให้ปริมาณ Volume ของ CO_2 ในน้ำสูญเสียน้อยลง

จากรูปที่ 5.2 จะเห็นได้ว่าที่ความดันที่ 4 bar พบว่าถ้าใช้เวลาในการบรรจุเร็ว จะทำให้สูญเสียปริมาณ Volume ของ CO_2 สูงมาก เพราะว่าใช้เวลาในการเติมเร็วเกินไปทำให้น้ำอัดก๊าซที่บรรจุกระแทกกับขวดทำให้เกิดฟองและทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ระเหยออกมามากเกินไป แต่ถ้าใช้เวลาในการบรรจุช้าจะทำให้ได้ปริมาณ Volume ของ CO_2 สูงมากเพราะการสูญเสียปริมาณ Volume ของ CO_2 มีค่าน้อย แต่ว่าทำให้ใช้เวลานานในการผลิตแต่ละขวด

จากการทดลองที่ความดันต่างๆแต่ใช้เวลาในการบรรจุเท่ากันพบว่าที่ 2 bar จะเกิดการสูญเสียปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด ซึ่งความดันที่ 3 bar และ 4 bar จะสูญเสียปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเกิดฟองในขณะทำการบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ผลการหาประสิทธิภาพของการปิดฝา

<u>ที่ความดัน 7.5 bar</u>

ทดลองจำนวน 20 ขวดได้ค่าดังนี้

ได้ขนาดฝาจีบตามมาตรฐาน	0	ขวด
ไม่ได้ขนาดฝาจีบตามมาตรฐาน	20	ขวด

<u>ที่ความดัน 8 bar</u>

ทดลองจำนวน 20 ขวดได้ค่าดังนี้

ได้ขนาดฝาจีบตามมาตรฐาน	20	ขวด
ไม่ได้ขนาดฝาจีบตามมาตรฐาน	0	ขวด

<u>ที่ความดัน 8.5 bar</u>

ทดลองจำนวน 20 ขวดได้ค่าดังนี้

ได้ขนาดฝาจีบตามมาตรฐาน	8	ขวด
ไม่ได้ขนาดฝาจีบตามมาตรฐาน	12	ขวด

รูปที่ 5.3แสดงการตรวจขนาดมาตรฐานฝาจีบหลังจากปิดฝาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของความดันต่างๆที่เหมาะสมในการปิดฝา

ในเครื่องที่สร้างขึ้นนี้จะใช้กระบอกสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ในการปิดฝาจะใช้ที่วัดฝาจีบมาตรฐานดังรูปที่ 5.3ในการวัด โดยเครื่องมือวัดฝาที่ได้มาตรฐานจะมีอยู่ 2 ด้าน จะต้องสวมฝาเข้าข้างหนึ่งและต้องสวมไม่เข้าอีกข้างหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ฝาจีบที่ได้มาตรฐานนั้นมีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 28 มิลลิเมตร

ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นว่าที่ความดัน 7.5 bar ไม่สามารถใช้ความดันนี้ในการปิดฝาได้เพราะแรงกดนั้นไม่พอ แต่ที่ความดัน 8.5 bar จะใช้แรงในการปิดฝามากเกินไปทำให้ ขนาดฝาจีบมีขนาดเล็กเกินไป โดยความดันที่เหมาะสมที่สุดคือ 8 bar สามารถปิดฝาจีบได้มาตรฐานทุกครั้ง แต่จะเห็นได้ว่าเป็นความดันที่สูงมากเกินไปสำหรับใช้ในการทำงาน ทำให้ปั๊มลมต้องทำงานหนักด้วย แต่ถ้าเพิ่มขนาดกระบอกสูบให้ใหญ่ขึ้นจะทำให้สามารถใช้ความดันในการปิดฝาน้อยลงกว่านี้ได้ เพราะที่ขนาดกระบอกสูบใหญ่ขึ้นจะสามารถเก็บลมได้มากกว่ากระบอกสูบที่เล็กกว่า อีกทั้งยังสามารถลดการทำงานของปั๊มลมได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการดำเนินงาน

1. สามารถสร้างเครื่องบรรจุน้ำอัดก๊าซและปิดฝาขวด
   แบบกึ่งอัตโนมัติได้ตามที่ออกแบบไว้
2. การทำงานของเครื่องเป็นไปตามการควบคุมทาง
   วงจรไฟฟ้าที่ได้ทำการออกแบบไว้
3. ในการเติมที่ความดัน 2 bar ที่ระดับการเติม 250ลบ.ซม. ใช้เวลาในการบรรจุน้ำอัดก๊าซ
   พร้อมปิดฝาอยู่ในช่วง 20-22 วินาที

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองควรมีการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องดังนี้

1. การวางตำแหน่งของโซลินอยล์วาล์วตัวที่น้ำต้องผ่านควรติดตั้งให้ใกล้กับชุดหัวบรรจุมาก
   ที่สุดเพื่อป้องกันปัญหาน้ำค้างสายทำให้เป็นอุปสรรคในการบรรจุครั้งต่อไป
2. ในขั้นตอนการปิดฝาควรเพิ่มขนาดกระบอกสูบให้โตกว่านี้เพื่อให้ใช้ความดันน้อยลงใน
   การปิดฝา ซึ่งในเครื่องทดลองนี้ใช้กระบอกสูบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร ทำให้มี
   ปัญหาในด้านปั๊มลมในการอัดลมให้ถึง 8 bar ทำให้ไม่สามารถปิดฝาได้ต่อเนื่องได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] เรืองชัย ศรีสกุล และคณะ, 2547. การออกแบบพัฒนากระบวนการชุดเครื่องมือการผลิตลำไยสดอัดก๊าซพร้อมดื่มต้นแบบ. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.

[2] ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ, 2541. บรรจุภัณฑ์อาหาร. 358หน้า

[3] ปานเพชร ชินินทร และ ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์,นิวเมติกอุตสาหกรรม. ซีเอ็นยูเคชั่น. 378 หน้า

[4] Taka Shikadoya, 1990. Food packaging. Academic Press Inc. 424 p

[5] http://www.crownseal.co.th/our-products/index.html

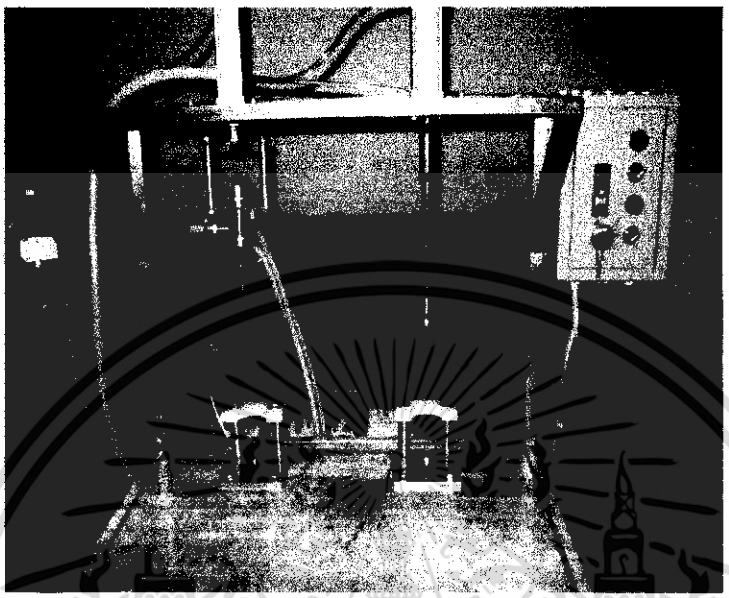
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

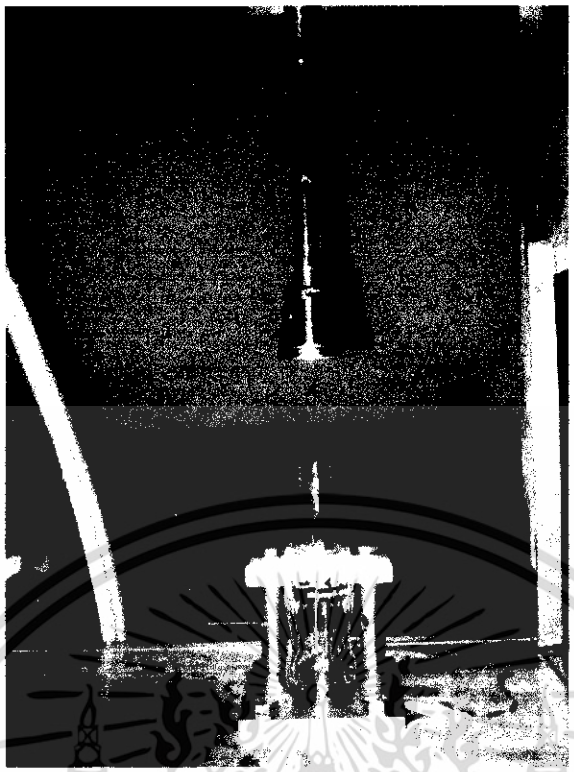
ภาพแสดงส่วนประกอบต่างๆของเครื่องบรรจุน้ำอัดก๊าซและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติ



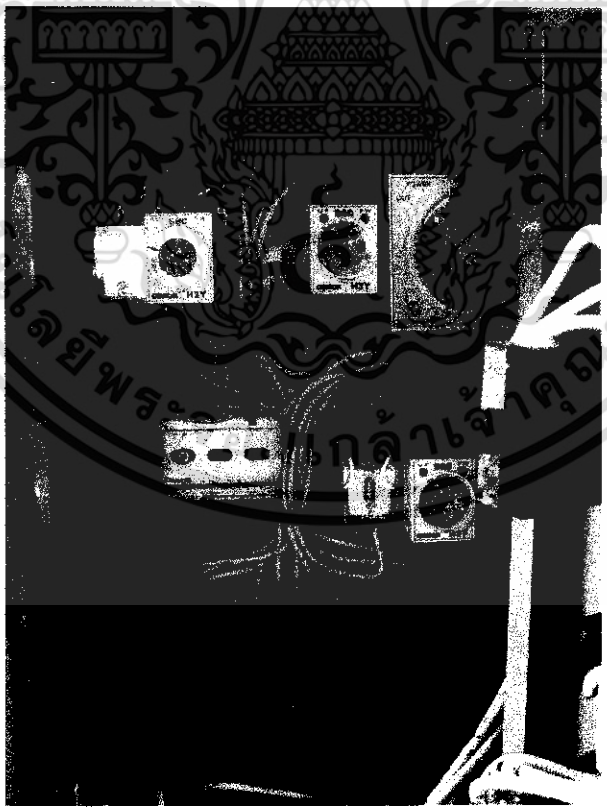
รูปที่ ก.1 เครื่องบรรจุน้ำอัดก๊าซและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติแบบกึ่งอัตโนมัติ

รูปที่ ก.2 แสดงถึงชุดหัวจ่ายน้ำอัดก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

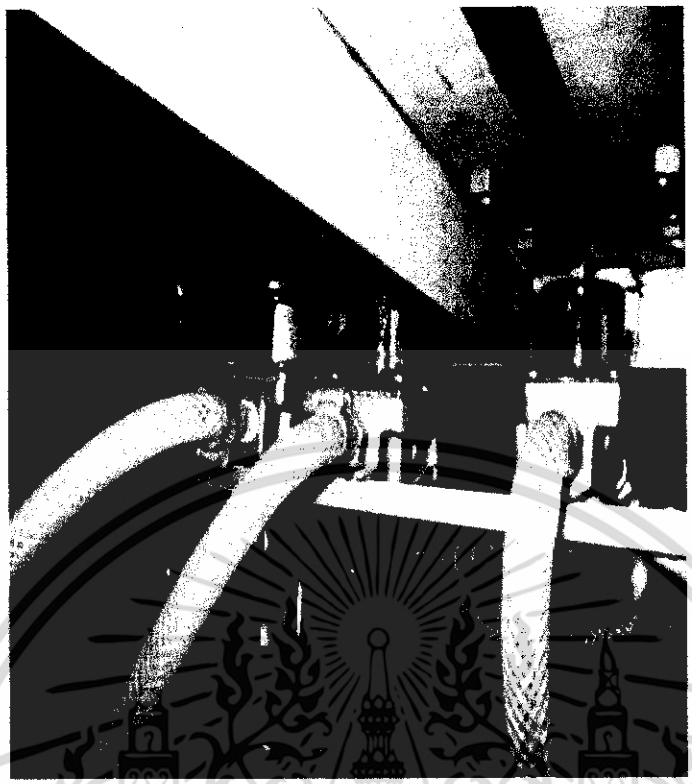


รูปที่ ก.3 แสดงถึงชุดหัวปิดฝา

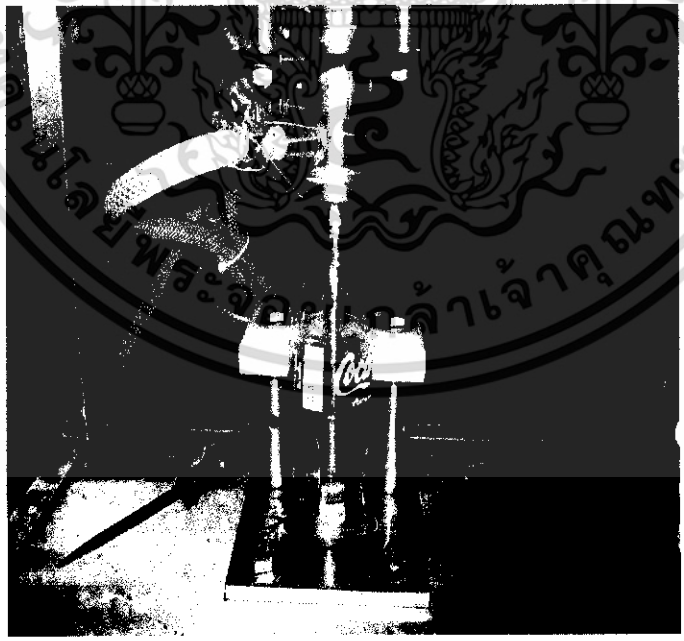


รูปที่ ก.4 แสดงถึงกล่องควบคุมระบบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



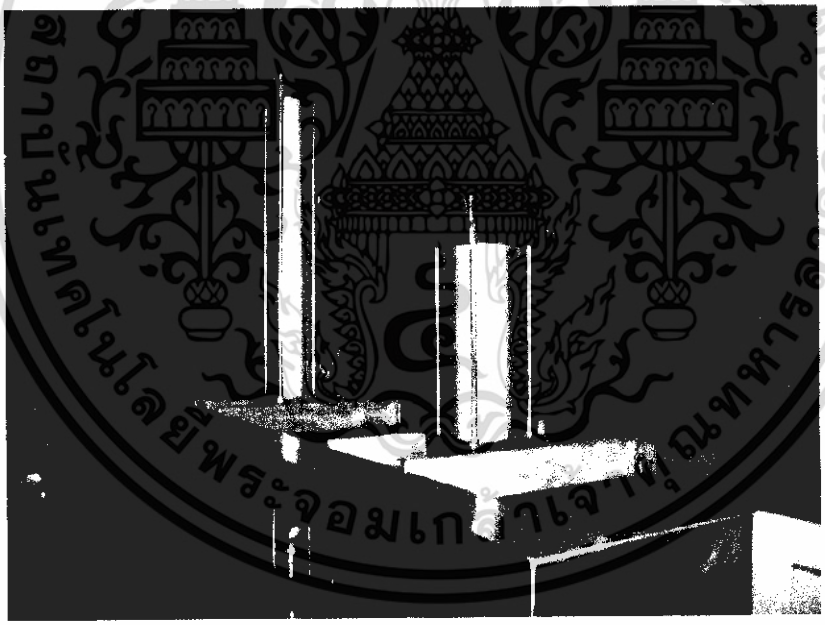
รูปที่ ก.5 แสดงถึงตำแหน่งการติดตั้งโซลินอยล์วาล์ว



รูปที่ ก.6 แสดงถึงขั้นตอนในการเติมน้ำอัดก๊าซ

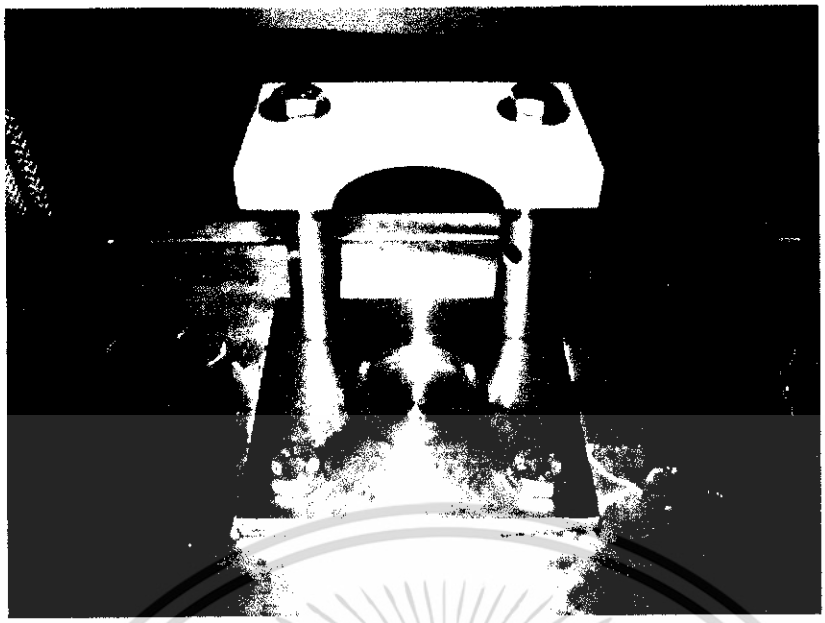
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.7 แสดงถึงสวิตช์เท้าเหยียบ



รูปที่ ก.8 แสดงถึงตำแหน่งการวางกระบอกสูบหัวบรรจุน้ำและปิดฝา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.9 แสดงถึงฐานรองขวดพร้อมตัวประคองด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

<u>การทดลองที่ 1 การหาประสิทธิภาพของเครื่องปิดฝา</u>

ตารางที่ ข.1 ผลการทดลองแสดงความดันและอุณหภูมิที่เวลาและความดันต่างๆ

ที่ความดัน 2 bar						
ขวดที่	7 (sec)		9 (sec)		11 (sec)	
	P (psi)	T (^{0}F)	P (psi)	T (^{0}F)	P (psi)	T (^{0}F)
1	10	50.9	14	57.2	16	57.2
2	12	53.6	14	55.4	16	57.2
3	10	53.6	13	59.0	15	57.2

ที่ความดัน 3 bar						
ขวดที่	7 (sec)		9 (sec)		11 (sec)	
	P (psi)	T (^{0}F)	P (psi)	T (^{0}F)	P (psi)	T (^{0}F)
1	16	54.5	17	55.4	18	58.1
2	16	55.4	18	57.2	19	58.1
3	18	57.2	18	58.1	20	58.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (ต่อ) แสดงผลการทดลองแสดงความดันและอุณหภูมิที่เวลาและความดันต่างๆ

ที่ความดัน 4 bar						
ขวดที่	7 (sec)		9 (sec)		11 (sec)	
	P (psi)	T (^{0}F)	P (psi)	T (^{0}F)	P (psi)	T (^{0}F)
1	15	53.6	20	55.4	22	53.6
2	12	55.4	20	55.4	23	53.6
3	12	53.6	21	55.4	22.2	53.6

ตารางที่ ข.2 แสดงผลการทดลองแสดงความดันและน้ำหนักในการบรรจุ

ความดัน(bar) / จำนวนครั้ง	2	3	4
	น้ำหนัก(กรัม)	น้ำหนัก(กรัม)	น้ำหนัก(กรัม)
1	247	248	250
2	249	254	248
3	250	250	249
4	248	251	243
5	250	251	249
6	247	253	249
7	248	252	249
8	251	250	250
9	251	251	249
10	248	249	248

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้