การออกแบบและสร้างระบบทำความเย็นแบบดูดซับโดยใช้แหล่งพลังงานความร้อนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

Design and fabrication of the absorption cooling system using heat energy from agricultural waste

ธนพล พรมทอง
พิสุทธิ์ ไม้ชุน
พีระวิช แก้วสาคร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

การออกแบบและสร้างระบบทำความเย็นแบบดูดซับโดยใช้แหล่งพลังงานความร้อนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

Design and fabrication of the absorption cooling system using heat energy from agricultural waste

ธนพล พรมทอง
พิสุทธิ์ ไม้ชุน
พีระวิช แก้วสาคร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN AND FABRICATION OF THE ABSORPTION COOLING SYSTEM USING HEAT ENERGY FROM AGRICULTURAL WASTE

Thanapol Phromthong
Pisut Maichoon
Peerawit kaewsakorn

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานินธ์ปีการศึกษา 2559

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การออกแบบและสร้างระบบทำความเย็นแบบดูดซับโดยใช้แหล่งพลังงานความร้อนจาก วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (Design and fabrication of the absorption cooling system using heat energy from agricultural waste)	
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายธนพล พรมทอง	รหัสนักศึกษา 56010527
	นายพิสุทธิ์ ไม้ชุน	รหัสนักศึกษา 56010886
	นายพีระวิช แก้วสาคร	รหัสนักศึกษา 56010886
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)	
หลักสูตร	วิศวกรรมเกษตร	
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล	
ปีการศึกษา	2559	

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
ผศ.ดร. ประสันต์ ชุ่มใจหาญ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การออกแบบและสร้างระบบทำความเย็นแบบดูดซับโดยใช้แหล่งพลังงานความร้อนจาก วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายธนพล พรมทอง 56010527
	นายพิสุทธิ์ ไม้ชุน 56010876
	นายพีระวิช แก้วสาคร 56010886
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ประสันต์ ชุ่มใจหาญ
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ออกแบบ สร้างและทดสอบระบบการทำความเย็นแบบดูดซับโดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะปลูกทางการเกษตรและโรงเลี้ยงสัตว์ ระบบการทำความเย็นแบบดูดซับโดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้ 1.)คอนเดนเซอร์ 2.)อีวาพอเรเตอร์ 3.)แอบซอบเบอร์ 4.)เจนเนอเรเตอร์ 5.) ปั้ม โดยสารทำความเย็นคือ แอลกอฮอล์ และน้ำเป็นสารดูดซับ วัฏจักรการทำงานเริ่มจาก
ปั้ม สูบสารผสม จาก แอบซอบเบอร์ ส่งไปยัง เจนเนอเรเตอร์ เพื่อรับความร้อน แอลกอฮล์ซึ่งมีจุดเดือดต่ำกว่าจะระเหยเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกายเป็นไอและถูกส่งไปยัง คอนเดนเซอร์ ส่วนน้ำจะไหลกลับลงไปสู่ แอบซอบเบอร์ ตามเดิมแต่ ไอแอลกอฮอลล์ จะถูกลดอุณหภูมิที่ คอนเดนเซอร์ จนเกิดการควบแน่นเปลี่ยนสถานะกลับมาเป็นของเหลวอีกครั้งและของเหลวนั้นจะถูกส่งต่อไปยัง อีวาพอเรเตอร์ เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนกับสภาวะอากาศภายนอก เมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไออีกครั้ง และจะถูกนำไปสู่ แอบซอบเบอร์ เพื่อผสมกับน้ำและกลับเข้าสู่วัฏจักรการทำงานตามเดิมเพื่อให้วัฏจักรทำงานต่อไป โดยมีการทดสอบระบบที่อุณหภูมิห้อง 30 และ33 องศาเซลเซียสตามลำดับด้วยการให้ความร้อนแก่ เจนเนอเรเตอร์ ที่ 4 สภาวะอุณหภูมิได้แก่ 1.) เมื่อให้ความร้อนแก่สาร สารผสมจนถึงอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 8,5 psi ระบบสามารถทำความเย็นได้ 28.8, 32.1 องศาเซลเซียส โดยวัดจากอุณหภูมิลมที่ผ่าน อีวาพอเรเตอร์ ระบบสามรถลดอุณหภูมิลงได้ 1.2, 0.9 องศาเซลเซียส ซึ่งคิดเป็น 4%,2% 2.) เมื่อให้ความร้อนแก่สาร สารผสม จนถึงอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 11,6 psi ระบบสามารถทำความเย็นได้ 28.6,32.2 องศาเซลเซียส โดยวัดจากอุณหภูมิลมที่ผ่านอีวาพอเรเตอร์ ระบบสามรถลดอุณหภูมิลงได้ 1.4,0.8 องศาเซลเซียส ซึ่งคิดเป็น 4%,2% 3.) เมื่อให้ความร้อนแก่สาร สารผสม จนถึงอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 12.5,9 psi ระบบสามารถทำความเย็นได้ 28.3,31 องศาเซลเซียส โดยวัดจากอุณหภูมิลมที่ผ่าน อีวาพอเรเตอร์ ระบบสามรถลดอุณหภูมิลงได้ 1.7,1.3 องศาเซลเซียส ซึ่งคิดเป็น 5%,3% 4.)เมื่อให้ความร้อนแก่สาร สารผสม จนถึงอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 17,12 psi ระบบสามารถทำความเย็นได้ 27.6,31.1 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลเซียส โดยวัดจากอุณหภูมิลมที่ผ่าน อีวาพอเรเตอร์ ระบบสามรถลดอุณหภูมิลงได้ 2.4,1.9 องศา เซลเซียส ซึ่งคิดเป็น 8%,5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Design and fabrication of the absorption cooling system using heat energy from agricultural waste
Authors	Thanapol Phromthong 56010527
	Pisut Maichoon 56010876
	Peerawit kaewsakorn 56010886
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Prasan Choomjaihan
Year	2016

Abstract

An absorption cooling system used heat energy from agricultural to run a system. For using with greenhouse to decrease the temperature in a room, this cooling system have six main devices absorber, generator, condenser, evaporator, pump and combustion chamber. Using alcohol as refrigerant and water as an absorbent. This system starts from pumping a refrigerant from absorber to generator to boiling itself into gas state and flow to condenser while absorbent in liquid state flow back to absorber through pipe by gravity. refrigerant at condenser will be condense in to liquid again by exchange heat with room temperature and flow down to evaporator to absorb heat from wanted area and its go back to absorber again like a cycle. From the beginning of the test a room temperature is 30°c when adding a heat to boiling absorbent the pressure at 80, 85, 90 and 95 c° was 8, 11, 12.5 and 17 psi and the system can decrease a temperature to 28.8, 28.6, 28.3 and 27.6 °c which calculate into percentage increasing by 4%, 4%, 5% and 8% by sequence ,by measure a temperature at evaporator.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การพัฒนา**ระบบทำความเย็นแบบดูดซับโดยใช้แหล่งพลังงานความร้อนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร**สามารถลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และคำปรึกษาจากบุคคลหลายท่าน ตลอดทั้งให้ความรู้ในการทำโครงงานแก่คณะผู้จัดทำมาโดยตลอด คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณหลักสูตรวิศวกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนเครื่องมือ สถานที่และงบประมาณในการศึกษา ออกแบบ สร้างและทดสอบต้นแบบเครื่องในปริญญานิพนธ์นี้

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ประสันต์ ชุ่มใจหาญ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ให้ความสนับสนุน แนะแนวทาง ให้ความกรุณาตรวจผลงานและแก้ไขข้อบกพร่องในเอกสารให้มีความสมบูรณ์ รวมถึงให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่างๆอย่างเต็มที่ ขอขอบพระคุณ นายกฤษณ์ ผลโพธิ์ ที่ให้ความรู้และคำแนะนำในการออกแบบและสร้าง ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรที่ถ่ายทอดวิชา ความรู้ต่างๆแก่คณะ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดาที่เลี้ยงดู อบรมสั่งสอนและให้การศึกษาอย่างเต็มที่ ทำให้คณะผู้จัดทำมีวันนี้ได้ และยังให้กำลังใจ คำปรึกษาในทุกๆด้าน รวมถึงเป็นแรงผลักดันให้คณะผู้จัดทำในการทำสิ่งต่างๆให้ประสบความสำเร็จ

นายธนพล พรมทอง
นายพิสุทธิ์ ไม้ชุน
นายพีระวิช แก้วสาคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 วัฏจักรการทำความเย็นแบบดูดซับ	3
2.2 ทฤษฎีระบบทำความเย็นแบบอัดไอ	8
2.3 ทฤษฎีความร้อน	28
2.4 ทฤษฎีของปั๊ม	30
2.5 การประยุกต์ใช้ระบบการทำความเย็นแบบดูดซึมกับพลังงานแสงอาทิตย์	35
บทที่ 3 การออกแบบ สร้าง และทดสอบ	41
3.1 การออกแบบและการสร้าง	41
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	45
3.3 วิธีการทดลองและประมวลผล	50
บทที่ 4 ผลการทดลอง และบทวิจารณ์	52
4.1 ผลการทดลอง	52
4.2 บทวิจารณ์	63
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	65
5.1 สรุปผลการทดลอง	65
5.2 ข้อเสนอแนะ	65
ภาคผนวก ก	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้าที่

ภาคผนวก ข 74
เอกสารอ้างอิง 79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 2.1 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง 29

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบ Condenser ด้วยการให้ความร้อนแก่แอลกอฮอล์ 52

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบ Condenser ด้วยการให้ความร้อนแก่น้ำ 52

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบ Evaporator ด้วยการให้ความร้อนแก่น้ำ 53

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองความร้อนแอลกอฮอล์ โดยตะเกียงแอลกอฮอล์ 53

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 80 °c 54
อุณหภูมิห้อง 30 °c

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 85°c 54
อุณหภูมิห้อง 30 °c

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 90 °c 55
อุณหภูมิห้อง 30 °c

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 95 °c 55
อุณหภูมิห้อง 30 °c

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 80 °c 56
อุณหภูมิห้อง 33 °c

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 85 °c 56
อุณหภูมิห้อง 33 °c

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 90 °c 57
อุณหภูมิห้อง 33 °c

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 95 °c 57
อุณหภูมิห้อง 33 °c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้าที่

รูปที่ 2.1 แสดงวัฏจักรการทำความเย็นแบบดูดซับ 3
รูปที่ 2.2 แสดงกระบวนการระเหยของสารทำความเย็นภายใน Evaporator 4
รูปที่ 2.3 แสดงกระบวนการดูดซับภายใน Absorber 5
รูปที่ 2.4 แสดงกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสาร LiBr เจือจางและเข้มข้น 6
รูปที่ 2.5 แสดงกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างแหล่งความร้อนจากภายนอก กับ LiBr 6
รูปที่ 2.6 แสดงวัฏจักรการทำความเย็นแบบดูดซับ 7
รูปที่ 2.7 อุปกรณ์หลักในระบบทำความเย็น 9
รูปที่ 2.8 กราฟระบบอัดน้ำยาชั้นเดียว 11
รูปที่ 2.9 กราฟระบบอัดน้ำยา 2 ชั้น 12
รูปที่ 2.10 ระบบอัดน้ำยา 2 ชั้น 12
รูปที่ 2.11 คอมเพรสเซอร์แบบเปิด 14
รูปที่ 2.12 คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิด 14
รูปที่ 2.13 คอมเพรสเซอร์แบบหุ้มปิด 15
รูปที่ 2.14 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ 15
รูปที่ 2.15 คอมเพรสเซอร์แบบสกรู 16
รูปที่ 2.16 คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอยหรือแบบสโครล์ 16
รูปที่ 2.17 ชนิดคอนเดนเซอร์ 18
รูปที่ 2.18 เครื่องระเหย 18
รูปที่ 2.19 อุปกรณ์ลดแรงดัน 19
รูปที่ 2.20 ข้ออ่อนกันสะเทือน 19
รูปที่ 2.21 ถังแยกไอสารทำความเย็น 20
รูปที่ 2.22 ถังแยกน้ำมัน 21
รูปที่ 2.23 ถังรับสารทำความเย็นเหลว 22
รูปที่ 2.24 อุปกรณ์อื่นๆที่ใช้ในระบบทำความเย็น 24
รูปที่ 2.25 อุปกรณ์อื่นๆที่ใช้ในระบบทำความเย็น 24
รูปที่ 2.26 อุปกรณ์อื่นๆที่ใช้ในระบบทำความเย็น 25
รูปที่ 2.27 การทำงานของปั๊ม 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 2.28 จุดการเดินเครื่องของปั๊ม 32
รูปที่ 2.29 เฮดของปั๊ม 33
รูปที่ 2.30 การเดินเครื่องขนานและอนุกรมปั๊ม 34
รูปที่ 2.31 แสดงระบบทำความเย็นแบบดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้แผงรับแสงอาทิตย์ 36
รูปที่ 2.32 แสดงระบบทำความเย็นแบบดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้รางพาราโบลิก 36
รูปที่ 2.33 ลักษณะของอุปกรณ์รับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ 37
รูปที่ 2.34 รูปแบบแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ที่นิยมใช้เพื่อผลิตน้ำร้อน 37
รูปที่ 2.35 แสดงรางโครงพาราลิกเพื่อผลิตน้ำร้อน หรือไอน้ำ 38
รูปที่ 2.36 แสดงการเพิ่มระบบสะสมความร้อนเข้าไปในระบบทำความเย็นแบบดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์ 39
รูปที่ 2.37 ผังระบบการทำความเย็นแบบดูดซับโดยใช้แหล่งพลังงานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร 40
รูปที่ 3.1 แผงติดตั้งอุปกรณ์ 41
รูปที่ 3.2 ตู้เผา 42
รูปที่ 3.3 Absorber 42
รูปที่ 3.4 Generator 43
รูปที่ 3.5 ท่อขด 43
รูปที่ 3.6 Pump 44
รูปที่ 3.7 Condenser 45
รูปที่ 3.8 Evaporator 45
รูปที่ 3.9 Absorber 46
รูปที่ 3.10 Generator 46
รูปที่ 3.11 Pump 47
รูปที่ 3.12 Temp gun (DIGICON รุ่น DP-88R) 47
รูปที่ 3.13 Anemometer (Benetech รุ่น GM816A) 48
รูปที่ 3.14 Water temp gauge 48
รูปที่ 3.15 Pressure gauge 49
รูปที่ 3.16 แสดงตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 3.17 แสดงตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิ 51

รูปที่ 4.1 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส 58

รูปที่ 4.2 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ อุณหภูมิห้อง 33 องศาเซลเซียส 58

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงอุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator เมื่อให้ความร้อนกับ Generator ถึง 80 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิอากาศที่ 30 องศาเซลเซียส 59

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงอุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator เมื่อให้ความร้อนกับ Generator ถึง 85 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิอากาศที่ 30 องศาเซลเซียส 59

รูปที่ 4.5 กราฟแสดงอุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator เมื่อให้ความร้อนกับ Generator ถึง 90 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิอากาศที่ 30 องศาเซลเซียส 60

รูปที่ 4.6 กราฟแสดงอุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator เมื่อให้ความร้อนกับ Generator ถึง 95 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิอากาศที่ 30 องศาเซลเซียส 61

รูปที่ 4.7 กราฟแสดงอุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator เมื่อให้ความร้อนกับ Generator ถึง 80 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิอากาศที่ 33 องศาเซลเซียส 61

รูปที่ 4.8 กราฟแสดงอุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator เมื่อให้ความร้อนกับ Generator ถึง 85 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิอากาศที่ 33 องศาเซลเซียส 62

รูปที่ 4.9 กราฟแสดงอุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator เมื่อให้ความร้อนกับ Generator ถึง 90 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิอากาศที่ 33 องศาเซลเซียส 62

รูปที่ 4.10 กราฟแสดงอุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator เมื่อให้ความร้อนกับ Generator ถึง 95 องศา 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ประเทศไทย มีที่ตั้งอยู่ในซีกโลกเหนือทางด้าน ตะวันออกเฉียงใต้ของภาคพื้นทวีปยูเรเชีย (วิรัช มณีสาร, เรือโท, 2538) อุณหภูมิโดยทั่วไปอยู่ในเกณฑ์ร้อนและไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก โดยมีค่าเฉลี่ยทั่วประเทศประมาณ 27 องศาเซลเซียส มีค่าสูงสุดเฉลี่ย 32 องศาเซลเซียส และและต่ำสุด 22 องศาเซลเซียส โดยมีค่าอุณหภูมิผันแปรตามสภาพภูมิประเทศ ปัจจุบันโรงเรือนปลูกพืชเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการทำการเกษตร ที่เข้าสู่ช่วง เทคโนโลยีที่เริ่มสูงขึ้นเป็นที่ใช้ทำการเกษตรต่างๆ และมีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องทั้งนี้ เพื่อต้องการควบคุมสภาวะอากาศในโรงเรือนให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ให้ได้ผลผลิตมีปริมาณสูงและมีนคุณภาพที่ดี ขณะเดียวกันนั้นประเทศไทยยังจำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ซึ่งเทคโนโลยีบางอย่างก็ไม่มีความเหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทยหรือ บางครั้งก็สิ้นเปลืองพลังงานสูง ซึ่งถ้าเทคโนโลยีเหล่านี้นำมาใช้กับทางการเกษตรแล้วจะทำให้ ต้นทุนการผลิตของสินค้าเกษตรสูงขึ้นทำให้ไม่สามารถที่จะแข่งขันกับสินค้าทางการเกษตรจากต่างประเทศได้ อีกทั้งโรงเรือนแบบปรับอากาศ(Evaporation Greenhouse)ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของการลดอุณภูมิที่ไม่สามารถที่จะลดอุณหภูมิได้อีกเมื่อสภาวะอากาศถึงจุดอิ่มตัว(Dew point) จึงเกิดแนวคิดในการทำโครงงานนี้ขึ้นมาซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับระบบทำความเย็นแบบดูดซับ ซึ่งเป็นระบบทำความเย็นที่ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าระบบทำความเย็นแบบอัดไอที่มีการใช้ในเครื่องปรับอากาศโดยทั่วไป จึงสามารถใช้พลังงานทดแทนเช่น พลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นแหล่งพลังงานให้แก่ระบบอีกทั้งระบบทำความเย็นแบบดูดซับยังเป็นระบบที่สามารถนำพลังงานความร้อนที่เหลือใช้มาเป็นแหล่งพลังงานความร้อนให้แก่ระบบอีกด้วย

โครงงานนี้จึงดำเนินการศึกษา ออกแบบ และสร้างชุดจำลองการปรับอากาศโดยใช้ระบบทำความเย็นแบบดูดซับความร้อน โดยอาศัยหลักการทฤษฎีการทำความเย็นแบบดูดซับ ทฤษฎีความร้อน ทฤษฎีของปั๊ม

1.2 วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาและออกแบบระบบทำความเย็นแบบดูดซับโดยอาศัยพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

2.เพื่อควบคุมอุณหภูมิของโรงเรือนทางการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาและออกแบบระบบการทำความเย็นแบบดูดซับโดยใช้พลังงานความร้อนจากการเผาไหม้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.เครื่องต้นแบบสามารถปรับอุณหภูมิในห้องให้ต่ำกว่าอุณหภูมิปกติได้

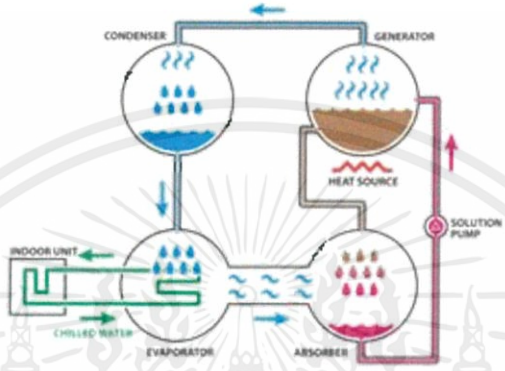
2.ได้เครื่องต้นแบบที่สามารถนำไปใช้กับโรงเรือนทางการเกษตรได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 วัฏจักรการทำความเย็นแบบดูดซับ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน,2004)



รูปที่ 2.1 แสดงวัฏจักรการทำความเย็นแบบดูดซับ (Absorption Refrigeration System)

เครื่องทำความเย็นแบบดูดซับ หรือ Absorption chiller เป็นระบบทำความเย็นที่อาศัยพลังงานความร้อนเหลือทิ้งจากแหล่งอื่นๆ มาใช้ในการขับเครื่องทำความเย็นให้ทำงาน โดยความร้อนที่ป้อนให้ Absorption chiller ส่วนมากจะอยู่ในรูปของไอน้ำ น้ำร้อน หรือก๊าซร้อนซึ่งเป็นพลังงานคุณภาพต่ำ จึงเหมาะที่จะทำงานคู่กับระบบ Cogeneration (กล่าวคือความร้อนที่ออกจาก Cogeneration สามารถนำมาขับ Absorption chiller ให้ทำงานได้ เป็นต้น)

1. อุปกรณ์ประกอบในระบบการทำความเย็นแบบดูดซับ (Absorption chiller) ประกอบด้วย

1.1 ตัวถัง (Shelf) ประกอบด้วย เครื่องดูดซับ (Absorber) และ Evaporator

1.2 ขดท่อความเย็น (Chilled Water Tube)

1.3 ขดท่อน้ำหล่อเย็น (Cooling Water Tube)

1.4 Generator

1.5 เครื่องควบแน่น (Condenser)

1.6 เครื่องสูบสารทำความเย็น (น้ำ)

1.7 เครื่องสูบสารละลาย (Absorbent Pump)

1.8 สารทำความเย็น (น้ำ)

1.9 สารละลายลิเธียมโบรไมด์ (LiBr)

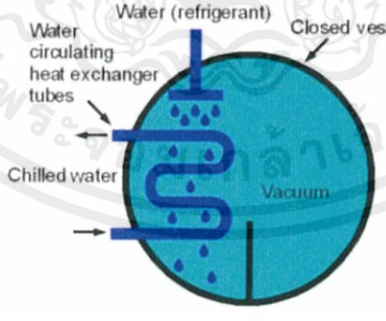
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หลักการทำงานของเครื่องทำความเย็นแบบดูดซับ

เริ่มต้นที่สารละลายลิเธียมโบรไมด์เข้มข้น และ อุณหภูมิสูง (Concentrated Lithium Bromide) ที่ไหลลงมาจาก Generator จะถูกฉีดกระจายลงบนขดท่อน้ำหล่อเย็นที่มีน้ำหล่อเย็นหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา เพื่อลดอุณหภูมิของสารละลายลิเธียมโบรไมด์ โดยสารละลายลิเธียมโบรไมด์นี้ จะดูดซับไอระเหยของสารทำความเย็น (น้ำ) จาก Evaporator ไปพร้อม ๆ กัน เมื่อสารละลายลิเธียมโบรไมด์ดูดซับสารทำความเย็น และลดอุณหภูมิลงแล้ว ก็จะเปลี่ยนสภาพเป็นสารละลายลิเธียมไบรไมด์ที่เจือจาง และจะไหลมารวมกันบริเวณด้านล่างของตัวถัง เพื่อให้เครื่องสูบหมุนเวียนของสารละลายลิเธียมโบรไมด์สูบส่งไปยัง Generator เพื่อแยกสารทำความเย็น (น้ำ) ออกจากสารละลายลิเธียมโบรไมด์ ด้วยการให้ความร้อน โดยความร้อนที่ให้ที่ Generator เพื่อแยกสารทำความเย็นออกจากลิเธียมโบรไมด์ สามารถใช้แหล่งความร้อนจากภายนอกได้หลายรูปแบบ เช่น ไอน้ำความดันต่ำ ไอเสียจากกระบวนการต่าง ๆ การเผาไหม้โดยตรง (Direct Fired) เป็นต้น สารทำความเย็น (น้ำ) ที่แยกตัวออกจากสารละลายลิเธียมโบรไมด์จะไหลไปควบแน่นที่เครื่องควบแน่น (Condenser) และสารละลายลิเธียมโบรไมด์ใน Generator ก็จะกลับเข้มข้นขึ้นมาใหม่ และไหลไปที่ตัวถัง (Shelf) เพื่อดูดซึมน้ำเป็นวัฏจักร สารทำความเย็น (น้ำ) ที่ควบแน่นในเครื่องควบแน่น (Condenser) โดยมีน้ำหล่อเย็นช่วยในการลดอุณหภูมิของสารทำความเย็น (น้ำ) เมื่อควบแน่นแล้ว สารทำความเย็นดังกล่าวจะไหลลงไปที่ Evaporator โดยฉีดกระจายผ่านขดท่อทำความเย็น (Cooling Coil) ซึ่งสารทำความเย็น (น้ำ) จะระเหยกลายเป็นไอ ภายใต้ความกดดันสูญญากาศที่ 6-7 มม.ของปรอท (mmHg) ซึ่งสารทำความเย็น (น้ำ) จะระเหยกลายเป็นไอ และดูดความร้อนจากน้ำเย็นที่ไหลหมุนเวียนอยู่ในขดท่อความเย็น ทำให้อุณหภูมิของน้ำลดลง

จากที่กล่าวมาทั้งหมด จะสามารถสรุปกระบวนการทำความเย็น ได้ทั้งสิ้น 5 กระบวนการ ดังต่อไปนี้

2.1 การระเหย (Evaporation)

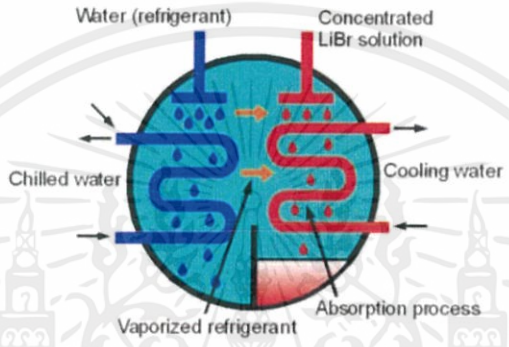


รูปที่ 2.2 แสดงกระบวนการระเหยของสารทำความเย็นภายใน Evaporator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารทำความเย็น (ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้น้ำ) ใน Evaporator จะถูกเครื่องสูบสารทำความเย็น ซึ่งอยู่ด้านล่างของ Evaporator สูบและฉีดกระจายลงบนขดท่อความเย็นที่มีน้ำเย็นหมุนเวียนไหลผ่านอย่างสม่ำเสมอเพื่อทำความเย็น สารทำความเย็น (น้ำ) จะระเหยกลายเป็นไอ โดยดูดเอาความร้อนแฝงของการระเหยจากน้ำเย็นที่ไหลหมุนเวียนอยู่ในขดท่อความเย็น ไอน้ำที่ระเหยออกมานั้น จะถูกดูดเข้าไปในเครื่องดูดซับที่ติดตั้งอยู่บริเวณส่วนล่างของ Evaporator ภายใน Evaporator จะต้องทำให้เป็นสุญญากาศที่ความดัน 6-7 มม. ของปรอท (mmHg) ซึ่งน้ำที่ใช้เป็นสารทำความเย็นจะระเหยที่อุณหภูมิประมาณ 5 °C (41 °F) โดยน้ำเย็นที่ไหลหมุนเวียนผ่านขดท่อความเย็นจะถูกลดอุณหภูมิลง

2.2 การดูดซึม (Absorption)

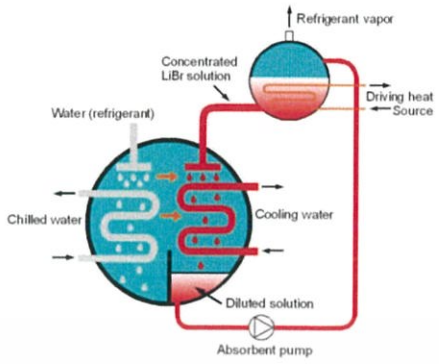


รูปที่ 2.3 แสดงกระบวนการดูดซับภายใน Absorber

ในเครื่องดูดซับ (Absorber) สารละลายเข้มข้นของลิเธียมโบรไมด์ (Concentrated Lithium Bromide) จะถูกเครื่องสูบสารละลาย (Absorbent Pump) สูบและฉีดกระจายลงบนท่อน้ำหล่อเย็นซึ่งมีน้ำหล่อเย็นไหลหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา โดยสารละลายเข้มข้นของลิเธียมโบรไมด์จะดูดซึมไอระเหยจากน้ำในกระบวนการการระเหยที่ Evaporator ตลอดเวลา เพื่อรักษาสุญญากาศใน Evaporator ไว้ระหว่างกระบวนการนี้ สารละลายลิเธียมโบรไมด์จะถูกเจือจางลงด้วยไอระเหยของน้ำ และความร้อนของการดูดซับจะระบายออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

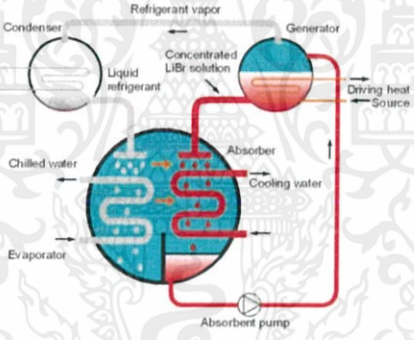
2.3 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger)



รูปที่ 2.4 แสดงกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสาร LiBr เจือจางและเข้มข้น

สารละลายลิเธียมโบรไมด์ที่เจือจางภายในเครื่องดูดซับ จะถูกเครื่องสูบสารละลาย (Absorbent Pump) โดยสารละลายลิเธียมโบรไมด์เจือจาง จะแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารละลายลิเธียมโบรไมด์เข้มข้นที่มีอุณหภูมิสูงทำให้สารละลายลิเธียมโบรไมด์เจือจางดังกล่าวร้อนขึ้น

2.4 Generator



รูปที่ 2.5 แสดงกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างแหล่งความร้อนจากภายนอก กับ LiBr

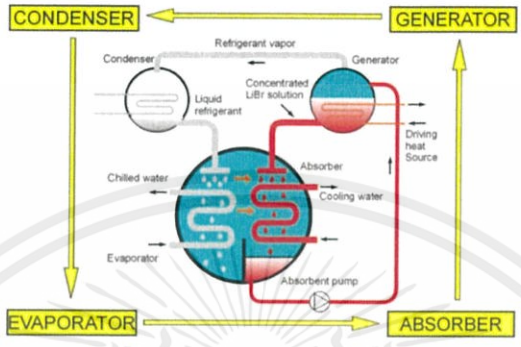
สารละลายลิเธียมโบรไมด์ที่เจือจางจะสะสมอยู่บริเวณด้านล่างของ Generator ซึ่งติดตั้งอยู่เหนือเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและจะถูกทำให้ร้อนโดยท่อทำความร้อนที่ติดตั้งอยู่ใน Generator เมื่อได้รับความร้อน สารทำความเย็น (น้ำ) ที่ผสมอยู่ในสารละลายลิเธียมโบรไมด์ที่เจือจางจะระเหยออกไป ทำให้สารละลายลิเธียมโบรไมด์ที่เจือจางเกิดความเข้มข้นขึ้นมาอีก โดยแหล่งให้ความร้อนที่ Generator อาจใช้ไอน้ำความดันต่ำหรือน้ำร้อน หรือไอเสียหรือแก๊สร้อน จากแหล่งให้ความร้อนภายนอก

สารละลายเข้มข้นของลิเธียมโบรไมด์จะไหลไปที่บริเวณของเครื่องดูดซับผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนโดยอาศัยความถ่วงและความแตกต่างของความดัน จากนั้นก็จะถูกเครื่องสูบสารละลายสูบให้หมุนเวียน เป็นวัฏจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ความร้อนจะแลกเปลี่ยนระหว่างสารลิเธียมโบรไมด์ที่เข้มข้นและเจือจางที่เครื่องสูบสารละลาย สูบเข้าไปเป็นการประหยัดความร้อนใน Generator ขณะเดียวกันอุณหภูมิของสารละลายลิเธียมโบรไมด์ที่เข้มข้นที่ถูกสูบเข้าไปในเครื่องดูดซับก็จะลดลง เป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

2.5 การควบแน่น (Condensation)



รูปที่ 2.6 แสดงวัฏจักรการทำความเย็นแบบดูดซับ

ไอสารทำความเย็นที่ระเหยใน Generator จะถูกทำให้เย็นลงและควบแน่นโดยใช้น้ำหล่อเย็นไหลผ่านท่อในเครื่องควบแน่นซึ่งติดตั้งอยู่ด้านบนของ Generator สารทำความเย็นที่ควบแน่นแล้วจะไหลกลับไปยัง Evaporator โดยอาศัยแรงโน้มถ่วง และความแตกต่างของความดัน จากนั้นจะถูกเครื่องสูบสารทำความเย็นสูบให้หมุนเวียนเป็นวัฏจักร

<u>ประโยชน์ของ Absorption Chillers</u>

1.ไม่ใช้ไฟฟ้า

2.ใช้ความร้อนเหลือทิ้งเป็นแหล่งพลังงาน

3.หมดปัญหาเรื่องค่าบำรุงรักษา

4.ปราศจากเสียงในการทำงาน

5.ไม่มีการรั่วของ Refrigerant

6.สามารถปรับประสิทธิภาพการทำงานได้ตั้งแต่ 10-100%

7.ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องต่ำ

8.สามารถติดตั้งบนสถานที่ ที่รับน้ำหนักได้น้อย

9.ปราศจากสารทำลายชั้นบรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression System) (Aemarine,2012)

หลักการทำความเย็นเป็นกระบวนการถ่ายเทความร้อนออกจากพื้นที่หนึ่ง ซึ่งต้องการทำความเย็น โดยความร้อนจะถูกส่งผ่านน้ำยาจากนั้นน้ำยาจะถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศภายนอกพื้นที่น้ำยาจะเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยกระบวนการอัดน้ำยาให้เป็นไอ กระบวนการควบแน่นกระบวนการขยายตัวและกระบวนการระเหย ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะเกิดตามส่วนต่าง ๆ ของระบบ เช่น ที่คอมเพรสเซอร์ ที่คอนเดนเซอร์ที่อุปกรณ์ควบคุมการไหล เป็นต้นดังนั้นการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทำความเย็นใน ที่นี้จึงเป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ระบบทำความเย็นได้ถูกต้อง และสามารถซ่อมบำรุงระบบให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

การทำความเย็น (Refrigeration) คือกระบวนการถ่ายเทความร้อนออกจากพื้นที่หรือ วัตถุที่ต้องการทำความเย็น หรือเป็นกระบวนการลดอุณหภูมิ และรักษาอุณหภูมิของพื้นที่หรือวัตถุ ที่ต้องการทำความเย็นให้ต่ำ กว่าอุณหภูมิรอบๆ

ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression System)

ระบบทำความเย็นและ ปรับอากาศที่ใช้ในปัจจุบันอาศัยการทำงานแบบอัดไอน้ำยาทำความเย็นด้วยคอมเพรสเซอร์เพื่อนำน้ำยาที่ทำความเย็นแล้วกลับมาใช้อีก น้ำยาทำความเย็นจะไหลเวียนภายในระบบปิดอยู่ตลอดเวลา ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลัก คือ คอยล์เย็น คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ และอุปกรณ์ควบคุมการไหล ซึ่งอุปกรณ์แต่ละส่วนมีหน้าที่ดังนี้

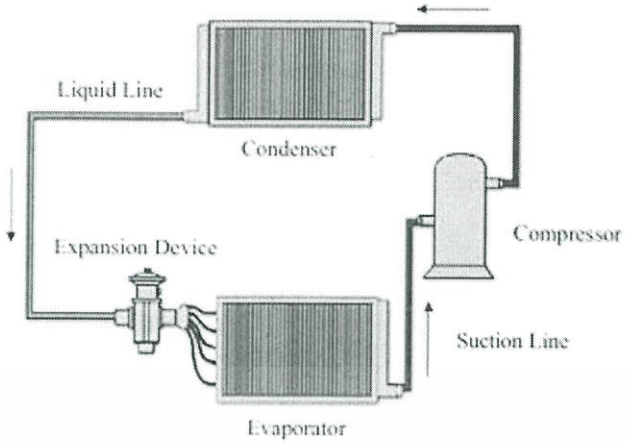
คอยล์เย็น (Evaporator) ทา หน้าที่ดูดความร้อนจากพื้นที่ หรือวัตถุที่ต้องการทำความ เย็น ไปใช้ในการเดือดกลายเป็นไอของน้ำยา

คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่ ดูดน้ำยาให้ไหลเวียนภายในระบบพร้อมกับอัดไอน้ำยาที่มีความดันต่ำ ให้เป็นไอน้ำยาที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง

คอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับไอน้ำยาที่มี อุณหภูมิสูง ออกสู่อากาศภายนอกระบบ เมื่อไอน้ำยาได้รับการระบายความร้อนจะเกิดการควบแน่นเป็นน้ำยาเหลว

อุปกรณ์ควบคุมการไหล (Expansion Valve) ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของน้ำยาที่ไหลเข้าคอยล์เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 อุปกรณ์หลักในระบบทำความเย็น

วัฏจักรของการทำความเย็น (Refrigeration Cycle) ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอน้ำยาทำความเย็นจะไหลเวียนผ่านส่วนต่าง ๆ ของระบบอยู่ตลอดเวลา ในแต่ละรอบน้ำยาจะต้องผ่าน กระบวนการต่อไปนี้ คือ

การขยายตัว (Expansion) เกิดที่อุปกรณ์ควบคุมการไหล

การกลายเป็นไอ (Vaporization) เกิดที่คอยล์เย็น

การอัดไอ (Compression) เกิดที่คอมเพรสเซอร์

การควบแน่น (Condensation) เกิดที่คอนเดนเซอร์

การทำงานของระบบทำความเย็น

ระบบทำความเย็นจะทำความเย็นได้ น้ำยาภายในระบบจะต้องไหลเวียนอุปกรณ์ที่ทำให้ น้ำยาไหลเวียนในระบบคือ คอมเพรสเซอร์ซึ่งเปรียบเสมือนเครื่องสูบที่สูบน้ำยาให้ไหลเวียนอยู่ ตลอดที่ระบบทำงาน

น้ำยาที่ไหลเข้าอุปกรณ์ควบคุมการไหล จะอยู่ในสถานะของเหลวที่มีความดันสูง อุณหภูมิสูงอุปกรณ์ควบคุมการไหลจะลดความดันของน้ำยาลง ทำให้จุดเดือดของน้ำยาลดต่ำลง น้ำยาที่ออกจากอุปกรณ์ควบคุมการไหล จะไหลเข้าคอยล์เย็นเป็นละอองน้ำยา โดยน้ำยาจะมีจุดเดือดต่ำกว่าอุณหภูมิของวัตถุที่แช่อยู่ในห้องทำความเย็น ทำให้เกิดการถ่ายเทความ ร้อนจากวัตถุที่แช่ไปให้น้ำยา ๆ เกิดการเดือดกลายเป็นไอโดยที่อุณหภูมิและความดันของน้า ยาคงที่ ความร้อนที่ใช้ในการเดือดกลายเป็นไอคือ ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ

น้ำยาที่ออกจากคอยล์เย็นจะอยู่ในสถานะไอที่ความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำจะถูกส่งผ่านทางท่อดูด เข้าคอมเพรสเซอร์ขณะที่ผ่านท่อดูดไอของน้ำยาจะได้รับความร้อนจากอากาศ รอบ ๆ ทา ให้ไอน้ำยามีอุณหภูมิสูงขึ้นแต่ความดันยังคงที่ ความร้อนช่วงนี้คือความร้อนยิ่งยวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ายาที่เข้าคอมเพรสเซอร์จะอยู่ในสถานะไอที่ความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ จากนั้น คอมเพรสเซอร์จะอัดไอน้ำยาให้มีปริมาตรลดลง ทำให้ความดันและอุณหภูมิสูงขึ้นโดยอุณหภูมิของ ไอจะสูงกว่าอุณหภูมิไออิ่มตัว

ไอน้ำที่ออกจากคอมเพรสเซอร์จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศรอบๆทำให้เกิดการระบาย ความร้อนให้กับอากาศขณะถูกส่งผ่านท่อจ่ายไปยังคอนเดนเซอร์ทำให้อุณหภูมิของไอน้ำยาลดลง เท่ากับอุณหภูมิไอน้ำอิ่มตัวแต่ยังคงสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศรอบคอนเดนเซอร์

ไอน้ำที่เข้าคอนเดนเซอร์จะมีความดันสูงอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิอิ่มตัวแต่สูงกว่า อุณหภูมิของอากาศรอบ ๆ คอนเดนเซอร์ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อน จากไอน้ำให้กับอากาศ รอบ ๆ คอนเดนเซอร์ผ่านพื้นผิวคอนเดนเซอร์ ไอน้ำเกิดการควบแน่นเป็นของเหลว โดยที่ความดันและอุณหภูมิยังคงที่ ความร้อนที่ถ่ายเทให้กับอากาศคือ ความร้อนแฝงของการควบแน่น

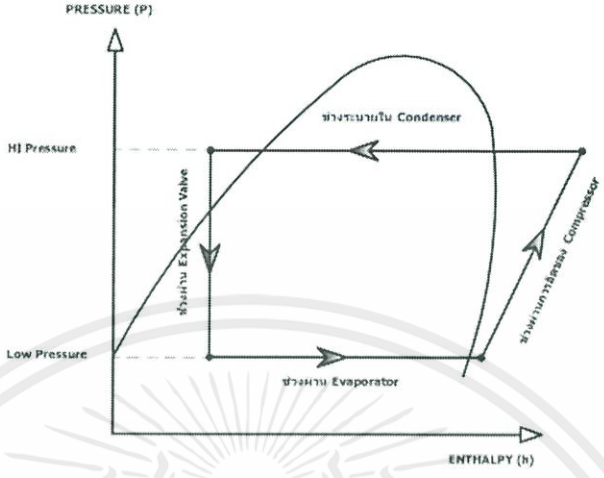
น้ำยาที่ออกจากคอนเดนเซอร์ จะอยู่ในสถานะของเหลวอุณหภูมิสูง, ความดันสูงจะ ไหลเข้าถังรับน้ำยา ภายในถังรับน้ำยาจะประกอบด้วยน้ำยาที่อยู่ในสถานะของเหลวกับน้ำยาที่อยู่ใน สถานะไอซึ่งยังไม่ควบแน่นลอยอยู่ด้านบน

น้ำยาเหลวจะถูกปล่อยออกจากถังรับน้ำยาส่งผ่านทางท่อของเหลวเข้าอุปกรณ์ ควบคุมการไหลระหว่างทางน้ำยาซึ่งเป็นของเหลวอิ่มตัวจะมีอุณหภูมิอิ่มตัวสูงกว่าอากาศรอบ ๆ ท่อ ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากน้ำยาไปยังอากาศทำให้อุณหภูมิของน้ำยาลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิ อิ่มตัว ซึ่งกระบวนการนี้คือการซับคูลล์ และเรียกของเหลวที่มีอุณหภูมิต่ำ กว่าอุณหภูมิอิ่มตัวว่า ของเหลวซับคูลล์ ต่อจากนี้การไหลเวียนของน้ำ ยาทำความเย็นก็จะเริ่มรอบใหม่ซึ่งจะ ผ่านกระบวนการขยายตัวกระบวนการเดือดเป็นไอ กระบวนการอัดไอและกระบวนการควบแน่น กลับเป็นของเหลวตามเดิมโดยจะหมุนเวียนไปเรื่อย ๆ ตลอดเวลาของการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression System) แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ระบบอัดน้ำยาชั้นเดียว (Single Stage)



รูปที่ 2.8 กราฟระบบอัดน้ำยาชั้นเดียว

ระบบอัดน้ำยาชั้นเดียว (Single Stage) เหมาะสำหรับห้องอุณหภูมิ ตั้งแต่ -25 C ขึ้นไป หรือใช้ทำน้ำเย็น คอมเพรสเซอร์ที่ใช้ เช่น Bitzer รุ่น4G.2, 6G.2, 6F.2 เป็นต้น

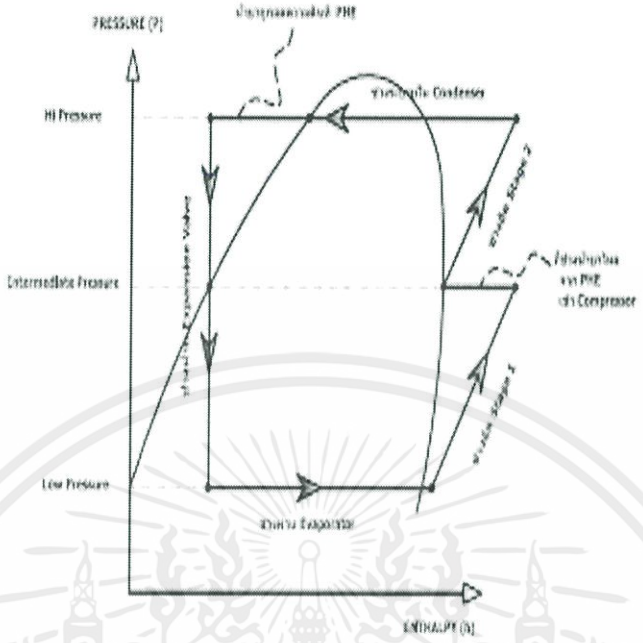
หลักการทำงาน

เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงาน จะดูดไอน้ำยามาทางท่อทางดูดจากคอยล์เย็น และอัดไอน้ำยาออกทางท่อส่งผ่านหม้อดักน้ำมัน (Oil Separator) เข้าสู่คอนเดนเซอร์ หม้อดักน้ำมัน จะแยกน้ำมันออกจากไอน้ำยา แล้วส่งน้ำมันกลับเข้าคอมเพรสเซอร์ เพื่อใช้หล่อลื่นในคอมเพรสเซอร์ ส่วนของน้ำมันที่ดักไว้ไม่หมดจะไปกับน้ำยา และค้างตามท่อ น้ำยาจะเป็นตัวพาน้ำมันส่วนนี้ไหลกลับคืนเข้าคอมเพรสเซอร์ต่อไป

ไอน้ำยาร้อนจะถูกอัดเข้าคอนเดนเซอร์ และถูกน้ำทะเลระบายความร้อนออก จนกลายเป็นน้ำยาเหลว และไหลผ่านไส้กรองเพื่อดูดความชื้นและกรองสิ่งสกปรกออกจากน้ำยาและน้ำมันเครื่อง น้ำยาจะถูกดันไปที่วาล์วเอ็กแปนชั่น (Expansion Valve) ซึ่งจะมีรูเล็กๆ ที่ปรับขนาดได้ คอยปล่อยให้น้ำยาผ่านเข้าไประเหยในคอยล์เย็น (Evaporator) ในปริมาณที่พอเหมาะที่จะระเหยได้หมดพอดี ก่อนที่จะถูกดูดผ่าน Accumulator แล้วดูดเข้าคอมเพรสเซอร์ แล้วอัดออกต่อไป

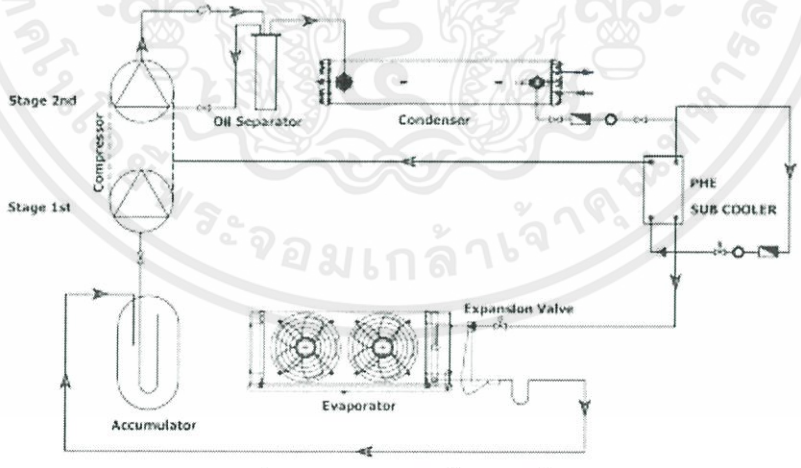
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ระบบอัดน้ำยา 2 ชั้น (Two Stage)



รูปที่ 2.9 กราฟระบบอัดน้ำยา 2 ชั้น

ระบบอัดน้ำยา 2 ชั้น (Two Stage) เหมาะสำหรับใช้งานห้องที่เย็นจัด (ฟรีส) อุณหภูมิตั้งแต่ -25 C ลงไป คอมเพรสเซอร์ที่ใช้ เช่น Bitzer รุ่นS6G.2, S6F.2 เป็นต้น



รูปที่ 2.10 ระบบอัดน้ำยา 2 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงาน

ทำงานเช่นเดียวกับระบบอัดน้ำยาชั้นเดียว (Single Stage)แต่เนื่องจากคอมเพรสเซอร์เริ่มอัดน้ำยาตั้งแต่ความดันต่ำ ทำให้การอัดเพียงครั้งเดียวได้ความดันไม่ถึง ทำให้น้ำยาไม่ร้อน และไม่มีแรงดันพอที่จะทำให้ไอร้อนน้ำยากลั่นตัวกลับมาเป็นของเหลว มาใช้งานใหม่ได้อีกครั้ง จึงต้องมีการอัดน้ำยาครั้งที่ 2 (Stage 2^{nd}) เพื่อที่จะให้น้ำยาเหลวกลั่นตัวกลับมาใช้ใหม่ที่คอนเดนเซอร์ แต่เนื่องจากความดันเริ่มต้นของการอัดครั้งที่สองอาจสูงเกินไป และร้อนเกินไป จะเป็นอันตรายต่อคอมเพรสเซอร์ จึงจำเป็นต้องมี Expansion Valve ฉีดน้ำยาเข้ามาผสมกับไอน้ำยาที่อัดจาก Stage 1^{st} เพื่อไม่ให้ไอน้ำยาก่อนอัด Stage 2^{nd} ร้อนจัดหรือแห้งเกินไป ขณะเดียวกันเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำยาเหลวที่ฉีดเข้ามา มีสภาพของเหลวปนอยู่ จึงใช้ Plate Heat Exchanger เป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำยาเหลวที่จะจ่ายให้ Expansion Valve ที่คอยล์เย็น ทำให้น้ำยาที่จ่ายไปคอยล์เย็นมีอุณหภูมิลดลง (Sub Cool) ทำให้ทำความเย็นได้มากขึ้นด้วย

อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบทำความเย็นกัน (Refrigeration Equipment)

คอมเพรสเซอร์ (Compressors)

คอมเพรสเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดของระบบการทำควาเย็น ทาหน้าที่เพิ่มความดันของสารทาความเย็นที่อยู่ในสถานะที่เป็นก๊าซ โดยคอมเพรสเซอร์จะดูดสารทาความเย็นที่เป็นก๊าซความดันต่ำและอุณหภูมิต่างจากอิแวบโพเรเตอร์ที่ผ่านเข้ามาทางท่อซักชั่นเข้ายังทางดูดของคอมเพรสเซอร์และอัดก๊าซนี้ให้มีความดันและอุณหภูมิที่สูงขึ้น ส่งเข้าไปยังคอนเดนเซอร์โดยผ่านเข้าทางท่อบรรจุ เพื่อส่งไปกลั่นตัวเป็นของเหลวในคอนเดนเซอร์ด้วยการระบายความร้อนออกจากสารความเย็นอีกทีหนึ่ง จะเห็นได้ว่าคอมเพรสเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่แบ่งความดันระบบระหว่างด้านความดันสูงและความดันต่ำ สารทาความเย็นจะถูกดูดเข้ามาในคอมเพรสเซอร์จะมีสถานะเป็นก๊าซความดันต่ำ และสารความเย็นที่อัดออกส่งออกจากคอมเพรสเซอร์จะมีสถานะเป็นก๊าซที่มีความดันสูง

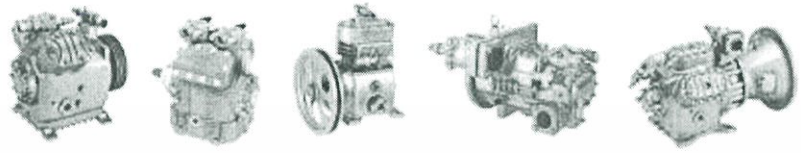
คอมเพรสเซอร์สามารถจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. จำแนกตามลักษณะโครงสร้าง การแบ่งประเภทแบบนี้จะพิจารณาตามโครงสร้างของคอมเพรสเซอร์และอุปกรณ์ขับเคลื่อน แบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

1.คอมเพรสเซอร์แบบเปิด (Open type Compressor) คือ คอมเพรสเซอร์แบบที่ตัวขับซึ่งอาจเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์และตัวคอมเพรสเซอร์ถูกแยกเป็นอิสระต่อกัน กำลังขับจะถูกส่งผ่าน

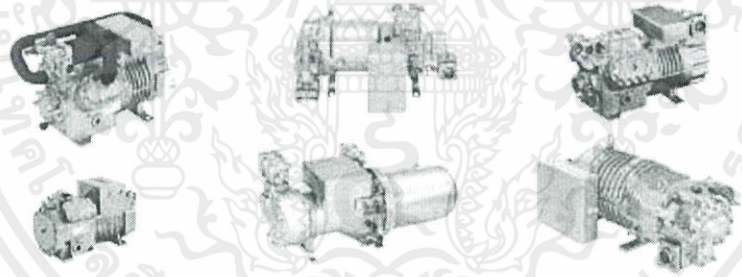
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายพาน หรือต่อกับเพลาโดยตรง แต่เนื่องจากต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการรั่วที่เพลา (Shaft Seal) ซึ่งเป็นข้อเสีย ที่หลังจากใช้งานไปแล้วอาจเกิดการรั่วของน้ำยา หรือน้ำมันหล่อลื่นได้ รวมทั้งขณะทำงานอาจมีเสียงดัง และเปลืองเนื้อที่ในการติดตั้งมาก แต่มีข้อดีคือ เมื่อมีปัญหาสามารถแยกเฉพาะส่วนของตัวขับ หรือคอมเพรสเซอร์ที่เสียมาซ่อมได้



รูปที่ 2.11 คอมเพรสเซอร์แบบเปิด

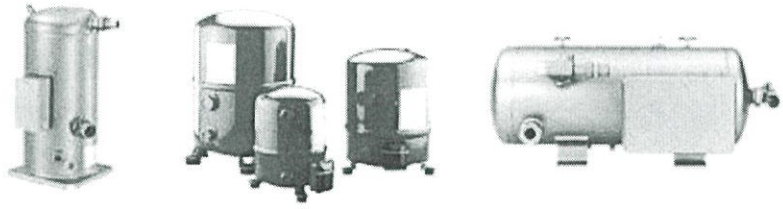
2.คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิด (Semi- Hermetic Compressor) คือแบบที่ตัวคอมเพรสเซอร์และตัวขับจะถูกประกอบอยู่ในโครงสร้างเดียวกัน โดยใช้สลักเกลียว (Bolts) เป็นตัวยึด ดังนั้นเมื่อเกิดการเสียหายสามารถถอดออกมาตรวจซ่อมได้โดยโครงสร้างไม่เสียหาย และเนื่องจากไม่มีการต่อแกนเพลาออกมาภายนอกจึงไม่ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการรั่วที่เพลา ทำให้ปัญหาการรั่วของน้ำยา หรือน้ำมันหล่อลื่นที่คอเพลาหมดไป



รูปที่ 2.12 คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิด

3.คอมเพรสเซอร์แบบหุ้มปิด (Hermetic Compressor) คือแบบที่ตัวคอมเพรสเซอร์และตัวขับจะถูกประกอบอยู่ในโครงสร้างเดียวกัน และถูกเชื่อมปิดสนิท ซึ่งมีข้อดีคือการป้องกันการรั่วได้ดี มีขนาดเล็กทำงานได้เงียบ มีการสั่นสะเทือนน้อย จึงนิยมใช้กับเครื่องทำความเย็นที่บ้าน แต่มีข้อเสียคือไม่สามารถแยกตัวขับและคอมเพรสเซอร์ส่วนที่เสียออกมาซ่อมได้ โดยเฉพาะการถอดออกเพื่อตรวจซ่อมยากเพราะถูกประกอบไว้โดยวิธีการเชื่อม

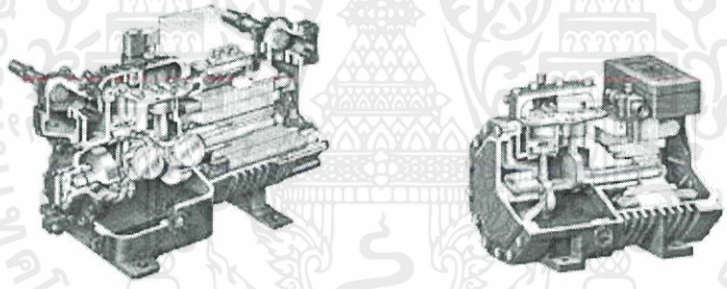
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 คอมเพรสเซอร์แบบหุ้มปิด

2. จำแนกตามวิธีการอัด การจำแนกคอมเพรสเซอร์ตามวิธีการอัดนี้แบ่งออกได้เป็นการอัดเชิงปริมาตร เช่นแบบลูกสูบ แบบโรตารี่ แบบก้นหอย แบบเกลียว แบบการอัดแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง แบบอัดครั้งเดียวและแบบอัดหลายครั้งดังมีรายละเอียดดังนี้

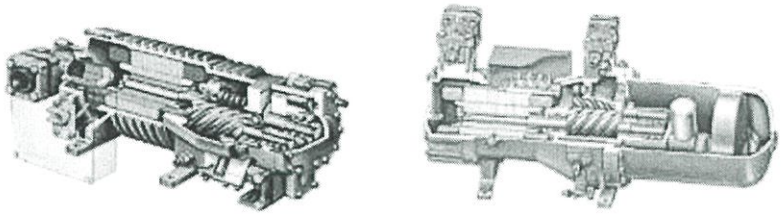
1. คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ (Reciprocating Type) อาศัยการทำงานของเพลาข้อเหวี่ยง (Crank Shaft) ขับลูกสูบให้เกิดการดูดอัด มีใช้กับเครื่องทำความเย็นขนาดเล็กต่ำกว่า 1 แรงม้า จนถึงมีขนาดใหญ่มากกว่า 100 แรงม้า เป็นแบบที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบัน



รูปที่ 2.14 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ

2.คอมเพรสเซอร์แบบสกรู (Screw Type) ทำงานโดยอาศัยสกรู 2 ตัว คือสกรูตัวเมีย (Female Rotor) และสกรูตัวผู้ (Male Rotor) โดยสกรูตัวเมียจะอาศัยช่องเกลียวเป็นช่องเก็บน้ำยา ส่วนสกรูตัวผู้จะใช้สันเกลียวรีดน้ำยาออกตามแกนของสกรูทั้งสอง และเนื่องจากต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นทำหน้าที่ป้องกันการรั่วระหว่างช่องว่างของเกลียวทั้งสองขณะทำงานจึงมีน้ำมันหล่อลื่นไหลไปกับน้ำยาจำนวนมาก ที่ทางออกของคอมเพรสเซอร์แบบสกรูจึงต้องติดอุปกรณ์แยกน้ำมัน (Oil Separator) ไว้ด้วยเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 คอมเพรสเซอร์แบบสกรู

3. คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอยหรือแบบสโครล์ (Scroll Type) เป็นคอมเพรสเซอร์แบบใหม่ล่าสุดที่ออกแบบมาใช้งานในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ การทำงานจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่มีลักษณะเป็นก้นหอยอยู่กับที่และส่วนที่เคลื่อนที่ ซึ่งจะเคลื่อนที่ในลักษณะเยื้องศูนย์ โดยไม่มีการเคลื่อนที่ในลักษณะหมุนรอบแกน (Not Rotate) โดยความดันจะเพิ่มจากภายนอกและถูกอัดมากสุดเมื่ออยู่ที่แกนกลาง ลักษณะเคลื่นไหวเทียบได้กับพายุทอร์นาโด (Tornado) ปัจจุบันนำมาใช้กับระบบปรับอากาศที่ใช้ในที่พักอาศัย ในสำนักงาน รวมทั้งระบบปรับอากาศในรถยนต์ เนื่องจากการทำงานมีการเคลื่อนไหวน้อย ไม่ต้องใช้ลิ้นทางดูด ทางส่ง จึงทำงานได้เรียบและเงียบกว่า

รูปที่ 2.16 คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอยหรือแบบสโครล์

คอนเดนเซอร์ (Condenser)

คอนเดนเซอร์ หรืออุปกรณ์ควบแน่นเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของระบบทำความเย็น ทำหน้าที่ระบายความร้อนในสถานะก๊าซที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูงที่ถูกอัดตัวส่งมาจากคอมเพรสเซอร์ เพื่อให้กลั่นตัวเป็นน้ำเหลวในคอนเดนเซอร์ด้วยการระเหยความร้อนออกแต่ยังคงมีความดันและอุณหภูมิสูงอยู่เช่นเดิม คอนเดนเซอร์แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ

1. การจำแนกตามวิธีระบายความร้อน แบ่งคอนเดนเซอร์ออกเป็น 3 ชนิดคือ

1. การระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condenser) คอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากน้ำยาเพื่อให้น้ำยาในสถานะก๊าซกลั่นตัวเป็นของเหลว ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วคอนเดนเซอร์ชนิดนี้มักจะทำด้วยท่อทองแดงหรือท่อเหล็กมีครีบเป็นตัวช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการระบายความร้อนออกจากน้ำยา ภายในคอนเดนเซอร์แบ่งออกได้เป็น

- แบบใช้อากาศหมุนเวียน อากาศโดยรอบคอนเดนเซอร์จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศปกติจึงลอยตัวสูงขึ้น ส่วนอากาศที่เย็นกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่จึงระบายความร้อนออกจากผิวของคอนเดนเซอร์

- แบบมีพัดลมช่วย คอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะใช้พัดลมหรือโบลเวอร์ช่วยในการเพิ่มปริมาณลมที่ผ่านผิวของคอนเดนเซอร์จึงช่วยลดขนาดรูปร่างของคอนเดนเซอร์ลงได้มากขึ้น

2. การระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Condenser) คอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะใช้น้ำเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากน้ำยา เพื่อให้น้ำยากลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลว และก็เช่นเดียวกันคอนเดนเซอร์ทั้งสองชนิดนี้จะรับความร้อนที่ถูกคายออกจากน้ำยาในสถานะก๊าซเพื่อการกลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลว ทาให้อุณหภูมิของอากาศหรือน้ำที่ใช้เป็นตัวกลางมีอุณหภูมิสูงขึ้น

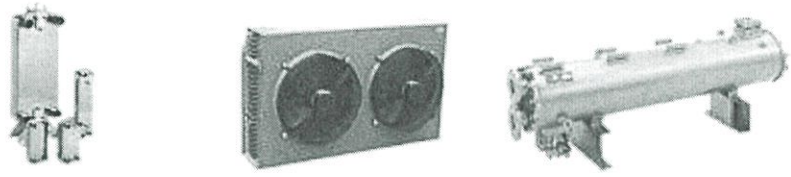
3. การระบายด้วยน้ำและอากาศ (Water and Air Cooled Condenser) คอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะใช้ทั้งอากาศและน้ำเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากน้ำยาเพื่อให้น้ำยาในสถานะก๊าซในคอนเดนเซอร์กลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลว โดยการฉีดน้ำเย็นให้เป็นฝอยผ่านลงบนคอนเดนเซอร์ อากาศนี้จะสวนทางกับสเปรย์น้ำตกลงมาผ่านอิลิมิเนเตอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ป้องกันไม่ให้สเปรย์ติดออกไปกับอากาศ ซึ่งน้ำบางส่วนจะระเหยตัวขณะที่ได้รับความร้อนจากแผงคอนเดนเซอร์ ทาให้สเปรย์น้ำที่ตกกลับลงมาในถังนั้นมีอุณหภูมิลดต่ำลง

2. การจำแนกตามลักษณะโครงสร้าง แบ่งคอนเดนเซอร์ออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. คอนเดนเซอร์ชนิดท่อและครีบ (Finned-Tube Condenser) เป็นคอนเดนเซอร์ชนิดใช้อากาศระบายความร้อนทำจากท่อทองแดงรูปตัวยู มีแผ่นอลูมิเนียมบางอัดเป็นครีบช่วยเพิ่มพื้นที่ในการระบายความร้อน

2. คอนเดนเซอร์ชนิดเปลือกและท่อ (Shell and Tube Condenser) เป็นคอนเดนเซอร์ชนิดระบายความร้อนด้วยน้า ประกอบด้วยเปลือกนอกและท่อเล็กสอดอยู่ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 ชนิดคอนเดนเซอร์

เครื่องระเหย (Evaporator)

เครื่องระเหย เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของระบบทำความเย็นทำหน้าที่ดูดปรับปริมาณความร้อนจากในบริเวณหรือในเนื้อที่ที่ต้องการทำความเย็น ขณะที่สารทำความเย็นภายในระบบนี้เดือดจะเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซก็จะดูดรับปริมาณความร้อนผ่านผิวท่อทางเดินสารความเย็นเข้าไปยังสารความเย็นในระบบ ทำให้อุณหภูมิโดยรอบคอยล์เย็นลดลง เครื่องระเหย โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. เครื่องระเหยชนิดท่อและครีบ (Finned-Tube Evaporator) มีโครงสร้างและหลักการทางานเหมือนกันกับคอนเดนเซอร์ คือมีท่อและครีบอะลูมิเนียมบางเป็นโครงสร้างหลักทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) แต่ทำงานในลักษณะตรงข้ามกัน คือคอนเดนเซอร์ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับอากาศ แต่เครื่องระเหยดูดความร้อนจากอากาศที่ผ่าน
2. เครื่องระเหยชนิดเปลือกและท่อ (Shell and Tube Evaporator) มีโครงสร้างและหลักการทำงานเหมือนกับที่ใช้เป็นคอนเดนเซอร์ นิยมใช้กับระบบปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็น โดยเรียกเครื่องระเหย ชนิดนี้ว่า ชิลเลอร์ (Chiller) ซึ่งมีทั้งที่เป็นชิลเลอร์แบบแห้งและแบบเปียก

รูปที่ 2.18 เครื่องระเหย

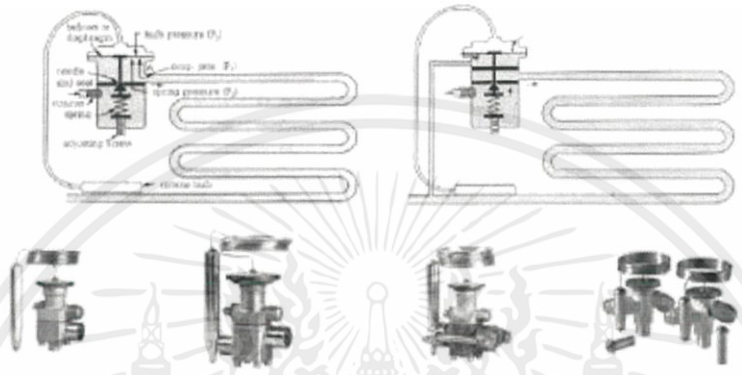
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ลดแรงดัน (Expansion Valve)

อุปกรณ์ลดแรงดัน เป็นอุปกรณ์ลิ้นควบคุมอัตราการไหลของสารทำความเย็นที่ไหลไปยังเครื่องระเหย มาก หรือ น้อย ตามต้องการซึ่งจะควบคุมโดยการรับสัญญาณอุณหภูมิที่ท่อทางออกของเครื่องระเหย

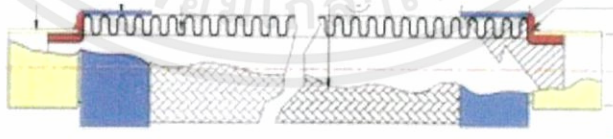
1. แบบทำงานโดยใช้ความดันภายในเครื่องระเหย (Internal Equalizing)

2. แบบทำงานโดยใช้ความดันภายนอกเครื่องระเหย (External Equalizing)



รูปที่ 2.19 อุปกรณ์ลดแรงดัน

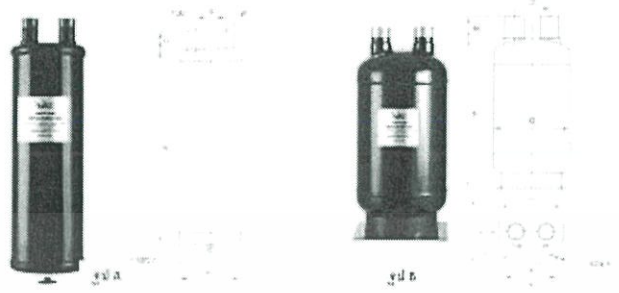
ข้ออ่อนกันสะเทือน ถูกออกแบบสำหรับใช้ในระบบ Air Conditioning and Refrigeration ในท่อด้านส่งและด้านดูด เพื่อช่วยลดการสั่นของคอมเพรสเซอร์ที่ส่งไปยังระบบท่อน้ำยา โครงสร้างถูกสร้างจากท่อที่มีความหนาลักษณะเป็นลอน เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น และซึมซับแรงสั่นสะเทือน ทั้งฝังหุ้มด้วยโลหะใยเหนียวถักเป็นลอน เพื่อความแข็งแรงอย่างสูงสุด โดยที่ท่อ Absorber นี้จะถูกเชื่อมกับ Female Copper Tube ด้วยโลหะอัลลอยด์อุณหภูมิสูง



รูปที่ 2.20 ข้ออ่อนกันสะเทือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถังแยกไอสารทำความเย็น (Suction Line Accumulator)



รูปที่ 2.21 ถังแยกไอสารทำความเย็น

ในระบบทำความเย็นนั้นไอของสารทำความเย็นที่ถูกทำให้ระเหยที่บริเวณเครื่องระเหยก่อนกลับเข้าสู่คอมเพรสเซอร์นั้นอาจมีสารทำความเย็นเหลวปะปนอยู่ เพื่อเป็นการรักษาให้คอมเพรสเซอร์ทำงานได้อย่างปกตินั้นจำเป็นต้องมีถังแยกไอสารทำความเย็นไว้คอยดักจับสารทำความเย็นเหลวที่ปะปนมาไม่ให้ไหลเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ ด้วยหลักการดีไซน์แบบใช้ท่อตัวยูในถังแยกไอสารทำความเย็นจึงช่วยทำให้คอมเพรสเซอร์ไม่เกิดความเสียหายจากการทำงาน

ลักษณะการใช้งาน (Application)

- แยกไอของสารทำความเย็นออกจากสารทำความเย็นเหลวก่อนเข้าสู่คอมเพรสเซอร์
- ป้องกันสารทำความเย็นเหลวที่ระเหยไม่หมดจากเครื่องระเหยกลับเข้าสู่คอมเพรสเซอร์

ประโยชน์ของการใช้งาน (Advantage)

ช่วยป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับคอมเพรสเซอร์เนื่องจากมีสารทำความเย็นเหลว ไหลกลับเข้าสู่คอมเพรสเซอร์

ข้อควรระวังในการใช้งาน (Recommendation)

- ควรติดตั้งถังแยกไอสารทำความเย็นในบริเวณใกล้กับคอมเพรสเซอร์มากที่สุดที่เป็นไปได้และจะต้องวางอยู่ในแนวระดับเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเลือกขนาดความจุของถังแยกไอสารทำความเย็นจะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 50 % ของสารทำความเย็นทั้งหมดที่อยู่ในระบบ
- การติดตั้งถังแยกไอสารทำความเย็นจะต้องอยู่ในแนวตั้งเสมอ
- การติดตั้งท่อทางเข้าถังแยกไอสารทำความเย็นจะต้องมาจากเครื่องระเหย และท่อทางออกจะต้องเชื่อมต่อกับคอมเพรสเซอร์
- ค่าความดันสูงสุดที่รองรับได้เท่ากับ 45 ปอนด์ / ตารางนิ้ว

ถังแยกน้ำมัน (Oil Separator)

รูปที่ 2.22 ถังแยกน้ำมัน

ในระบบทำความเย็นนั้นปริมาณของน้ำมันหล่อลื่นจะถูกนำออกมาทางท่อทางออกของคอมเพรสเซอร์ไปกับไอของสารทำความเย็นเสมอ การแยกน้ำมันหล่อลื่นออกจากไอของสารทำความเย็นแล้วนำกลับเข้ามาสู่ห้องเครื่องของคอมเพรสเซอร์จึงเป็นการทำให้ระบบทำความเย็นยังคงประสิทธิภาพที่ดีดังเดิม ถังแยกน้ำมันจึงเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ทำหน้าที่แยกน้ำมันหล่อลื่นแล้วออกจากสารทำความเย็นและนำกลับเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ก่อนที่น้ำมันหล่อลื่นจะไหลเข้าไปในส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบทำความเย็น

ลักษณะการใช้งาน (Application)

- แยกน้ำมันหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์ออกจากไอน้ำยาบริเวณท่อทางออก
- พักน้ำมันหล่อลื่นที่แยกออกมาก่อนนำกลับมาเติมเข้าห้องเครื่องของคอมเพรสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ของการใช้งาน (Advantage)

- ช่วยลดปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ไหลไปในระบบทำความเย็น ทำให้คงค่าประสิทธิภาพที่ดีของการทำความเย็น
- ช่วยลดระยะเวลาในการทำงานของคอมเพรสเซอร์เนื่องจากค่าประสิทธิภาพในการทำความเย็นที่ดี ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการทำความเย็น

ข้อควรระวังในการใช้งาน (Recommendation)

- ในกรณีของการติดตั้งคอมเพรสเซอร์มากกว่า 1 เครื่องแบบขนานกัน การเลือกขนาดของถังแยกน้ำมันจะต้องคำนวณจากผลรวมของค่าการทำความเย็นสูงสุด (Maximum Capacity) ของคอมเพรสเซอร์แต่ละเครื่อง
- ขนาดของท่อเชื่อมต่อ (ทางเข้าและทางออก) ของถังแยกน้ำยาจะต้องมีขนาดเดียวกันหรือใหญ่กว่าท่อทางออกของคอมเพรสเซอร์
- ถังแยกน้ำมันจะต้องถูกติดตั้งในแนวตั้ง ในทิศทางของท่อทางออกของคอมเพรสเซอร์
- เพื่อป้องกันการควบแน่นของไอน้ำยาทำความเย็น ไม่ควรติดตั้งถังแยกน้ำมันในทิศทางเดียวกับพัดลม
- ค่าความดันสูงสุดที่รองรับได้เท่ากับ 45 ปอนด์ / ตารางนิ้ว

ถังรับสารทำความเย็นเหลว (Liquid Receiver)

รูปที่ 2.23 ถังรับสารทำความเย็นเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบทำความเย็นนั้นปริมาณของสารทำความเย็นเหลวที่ถูกส่งเข้าสู่เครื่องระเหยนั้นมีปริมาณไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับปริมาณของภาระโหลดความร้อนในห้องทำความเย็น ถังรับสารทำความเย็นเหลวที่ถูกควบแน่นจากเครื่องควบแน่นจึงมีหน้าที่สำคัญในการพักสารทำความเย็นเหลวก่อนถูกส่งไปยังเครื่องระเหยผ่านวาล์วลดความดัน อีกทั้งยังสามารถแยกสถานะสารทำความเย็นเหลวและไอสารทำความเย็นที่ควบแน่นไม่หมดจากเครื่องควบแน่นเพื่อประสิทธิภาพที่ดีในการทำความเย็นในเครื่องระเหย

ลักษณะการใช้งาน (Application)

- สะสมสารทำความเย็นเหลวที่ถูกควบแน่นมาจากเครื่องควบแน่น
- พักสารทำความเย็นเหลวก่อนนำเข้าสู่เครื่องระเหย

ประโยชน์ของการใช้งาน (Advantage)

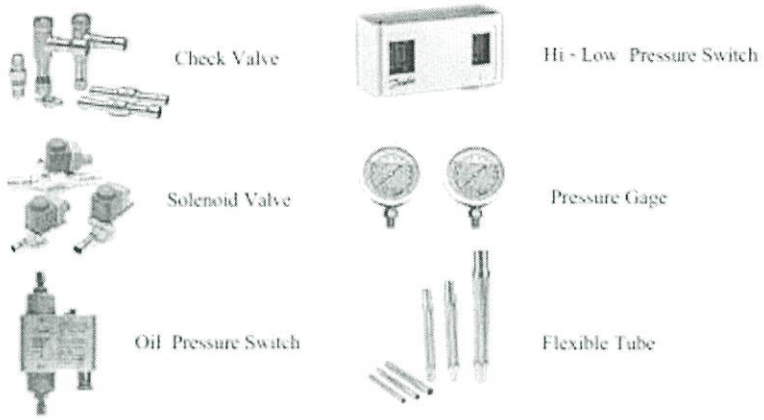
- ช่วยเป็นถังพักสารทำความเย็นเหลวก่อนนำเข้าสู่เครื่องระเหย
- ช่วยแยกสถานะสารทำความเย็นเหลวกับไอสารทำความเย็นที่อาจจะควบแน่นไม่หมดจากเครื่องควบแน่นเพื่อ
ประสิทธิภาพในการทำความเย็นที่ดีของเครื่องระเหย

ข้อควรระวังในการใช้งาน (Recommendation)

- การติดตั้งถังรับสารทำความเย็นเหลวแบบนอนนั้นจะต้องติดตั้งขนานกับพื้นราบเสมอ
- การติดตั้งถังรับสารทำความเย็นเหลวแบบตั้งนั้นจะต้องติดตั้งแบบตั้งฉากกับพื้นราบเสมอ
- ค่าความดันสูงสุดที่รองรับได้เท่ากับ 500 ปอนด์ / ตารางนิ้ว

อุปกรณ์อื่นๆที่ใช้ในระบบทำความเย็น

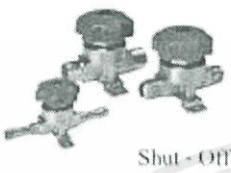
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

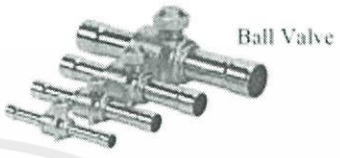


รูปที่ 2.24 อุปกรณ์อื่นๆที่ใช้ในระบบทำความเย็น

รูปที่ 2.25 อุปกรณ์อื่นๆที่ใช้ในระบบทำความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 2.26 อุปกรณ์อื่นๆที่ใช้ในระบบทำความเย็น

สารทำ ความเย็น (Refrigerants)

สารทำ ความเย็นที่ใช้กันอยู่ทั่วไปทุกวันนี้มีอยู่ 3 ประเภท

R-12 Dichloridefluoromethane (CC12 F2)

ไดคลอโรไดฟลูออโรมีเธน Dichloridefluoromethane มีคุณสมบัติ ไม่มีสี และไม่มีกลิ่นที่ความเข้มข้น
ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ในความเข้มข้นที่มากขึ้น จะมีกลิ่นคล้ายกับ Carbon Tetrachloride นอกจาก
นี้ยังไม่เป็นพิษไม่กัดกร่อน ไม่ติดไฟ และมีจุดเดือดที่ –21.7 OF (-29 OC) ที่ความดันบรรยากาศ
รหัสสีของ R-12 คือ สีขาว

R-22 Monochlorodifluoromethane (CHCIF2)

โมโนคลอโรไดฟลูออโรมีเธน Monochlorodifluoromethane คือ สารทำ ความเย็นสังเคราะห์ที่ถูก
พัฒนาขึ้นสำ หรับระบบทำ ความเย็นที่ต้องการ Evaporating Temperature ต่ำๆ โดยสามารถใช้กับตู้เย็นภาย
ในครัวเรือนและระบบปรับอากาศ R-22 มีคุณสมบัติไม่เป็นพิษ, ไม่กัดกร่อน, ไม่ติดไฟ และมีจุดเดือด
เท่ากับ –41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OF ที่ความดันบรรยากาศ

R-22 สามารถใช้ได้กับคอมเพรสเซอร์ชนิด โรตารี่ ลูกสูบ ก้นหอย สกรู หรือชนิดหอยโข่ง โดยR-22 นั้น มักจะมีน้ำหรือความชื้นผสมอยู่ด้วย จำ นวนหนึ่งดังนั้นจึงจำ เป็นต้องใช้ Filter drier ในระบบเพื่อขจัดน้ำ ออกจาก

สารทำ ความเย็น

รหัสสีของ R-22 คือสีเขียว

R-502 Refrigerant (CHClF2/CClF2CF3)

R-502 คือ สารผสมระหว่าง R-22 และ R-115 ในสัดส่วน 48.8 : 51.2 สารทำ ความเย็นชนิดนี้เป็น สาร

ทำ ความเย็นผสม (Blend) ซึ่งมีจุดเดือดที่คงที่สูงสุดและจุดเดือดที่คงที่ต่ำสุด แต่จะแสดงพฤติกรรมเป็นสาร ผสม

เนื้อเดียว โดยที่ R-502 มีคุณสมบัติไม่กัดกร่อน, ไม่ติดไฟ, ไม่เป็นพิษในการใช้งาน และมีจุดเดือดเท่ากับ -50 OF

ที่ความดันบรรยากาศ สารทำ ความเย็นชนิดนี้สามารถใช้ได้กับคอมเพรสเซอร์ชนิดลูกสูบเท่านั้น โดยส่วน ใหญ่

แล้วจะนำ ไปใช้กับอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการแช่แข็งอาหาร เช่น ตู้แช่แบบ walk-in, โรงงานแช่แข็ง และแปรรูป อาหาร

ทะเล

รหัสสีสำ หรับ R-502 คือสีม่วงอ่อน

R-134a Tetrafluoroethane (CH2FCF3) เตตระฟลูอโรอีเธน

R-134a มีความคล้ายคลังกับ R-22 มากแต่จะแตกต่างกันที่ R-134a ไม่เป็นอันตรายต่อชั้นโอโซนจึง สามารถใช้แทน R-22 ได้ มีคุณสมบัติคือ ไม่กัดกร่อน ไม่ติดไฟ และไม่เป็นพิษ มีจุดเดือดเท่ากับ -15 OF ที่ ความ

ดันบรรยากาศ โดยทั่วไปจะใช้ในระบบทำ ความเย็นที่มีอุณหภูมิปานกลาง หรือระบบปรับอากาศ เช่น ระบบปรับ

อากาศในอาคาร รถยนต์ หรือตู้เย็น

รหัสสีสำหรับ R-143a คือสีฟ้าอ่อน

R-717 Ammonia (NH3) แอมโมเนีย

R-717 เป็นสารทำ ความเย็นที่ใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรม มีจุดเดือดเท่ากับ -28 OF ที่ความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรยากาศด้วยคุณสมบัตินี้ทำ ให้ R-717 มักถูกนำ ไปใช้กันมากในระบบทำ ความเย็นที่ต้องการอุณหภูมิต่ำกว่า 0
C โดยที่ความดันใน evaporator ไม่ต้องต่ำกว่าความดันบรรยากาศ คุณสมบัติโดยทั่วไปของ R-717 คือ เป็น
ก๊าซไม่มีสี มีกลิ่นฉุน มีความเป็นพิษทำ ลายระบบประสาท หากสัมผัสกับผิวหนังโดยตรงจะทำ ให้เกิดแผลไหม้
และมีความสามารถในการติดไฟได้เล็กน้อย
รหัสสีสำ หรับ R-717 คือสีเงิน

R-125 Pentafluoroethane (CHCF5) เพนตะฟลูออโรอีเธน

R-125 คือสารผสมที่ถูกใช้ในอุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิปานกลาง ซึ่งมีจุดเดือดเท่ากับ –55.3 OF ที่ความ
ดันบรรยากาศ คุณสมบัติของ R-125 คือไม่เป็นพิษ ไม่ติดไฟ และไม่กัดกร่อน นอกจากนี้ R-125 สามารถนำไป
ใช้แทน R-502 ได้อีกด้วย
สารทำ ความเย็นทั้งหมดที่กล่าวมาต่างมีลักษณะเฉพาะตัว ดังนั้นจึงมีความสำคัญมากใน การเลือกใช้ให้ตรงกับ
ความต้องการหากมีการใช้งานผิดประเภท แล้วสามารถทำ ให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงได้ หรืออาจเกิดปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ทฤษฎีความร้อน

ความร้อน (สตรีอ่างทอง,2555) เป็นพลังงานรูปหนึ่งที่เปลี่ยนมาจากพลังงานรูปอื่น เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานกล (พลังงานศักย์และพลังงานจลน์) พลังงานเคมี พลังงานนิวเคลียร์ หรืองาน เป็นต้น พลังงานความร้อนมีหน่วยเป็นจูล (Joule, J) ในระบบเอสไอ (SI) แต่บางครั้งอาจบอกเป็นหน่วยอื่นได้ เช่น แคลอรี (cal) และบีทียู (BTU) พลังงานความร้อน 1 แคลอรี คือพลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำมวล 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส (°C) ในช่วง 14.5 °C ถึง 15.5 °C พลังงานความร้อน 1 บีทียู คือ พลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำที่มีมวล 1 ปอนด์ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮต์ (°F) ในช่วง 58.1 °F ถึง 59.1 °F

จากการทดลองพบว่า

1 cal = 4.186 J

1 BTU = 252 cal = 1055 J

<u>อุณหภูมิ</u> (krusinchai,2011)

อุณหภูมิ คือ ปริมาณที่แปรผันโดยตรงกับพลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊ส การที่เราจะบอกว่าวัตถุใดร้อนมากหรือน้อย เราสามารถบอกได้ด้วยอุณหภูมิของวัตถุนั้น คือ วัตถุที่มีระดับความร้อนมากจะมีอุณหภูมิสูง วัตถุที่มีระดับความร้อนน้อยจะมีอุณหภูมิต่ำ ดังนั้นถ้าเราเอาวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงมาสัมผัสวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำ พลังงานความร้อนจะถูกถ่ายโอนจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงไปยังวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำ จนวัตถุทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน อุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิเรียกว่า เทอร์โมมิเตอร์ เทอร์โมมิเตอร์มีหลายชนิด เช่น

1. สเกลองศาเซลเซียส (Celsuis, °C) หรือบางที่เรียกว่าองศาเซนติเกรด (ที่ความดัน 1 บรรยากาศ จุดเยือกแข็งของน้ำเป็น 0 เซลเซียสและจุดเดือดเป็น 100 เซลเซียส ระหว่างจุดเยือกแข็งและจุดเดือดแบ่งเป็น 100 ส่วนเท่าๆ กัน)

2. สเกลองศาเคลวิน (Kelvin, °K) เป็นหน่วยของอุณหภูมิสัมบูรณ์ (ที่ความดัน 1 บรรยากาศ จุดเยือกแข็งของน้ำเป็น 273.16 เคลวินและจุดเดือดเป็น 373.16 เคลวิน ระหว่างจุดเยือกแข็งและจุดเดือดแบ่งเป็น 100 ส่วนเท่าๆ กัน) หน่วยเคลวินเป็นหน่วยมาตรฐานในระบบเอสไอ

<u>ปริมาณความร้อนของวัตถุ (HEAT, Q)</u>

เป็นพลังงานความร้อนที่วัตถุรับเข้ามาหรือคายออกไป จากการศึกษาผลของความร้อนต่อสสารหรือวัตถุในชั้นนี้จะศึกษาเพียงสองด้าน คือ

1. ความร้อนจำเพาะ (Specific heat) หมายถึง พลังงานความร้อนที่ทำให้วัตถุมีอุณหภูมิสูงขึ้นหรือต่ำลงโดยสถานะยังคงรูปเดิม

2. ความร้อนแฝง (Latent Heat) หมายถึง พลังงานความร้อนที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนสถานะโดยอุณหภูมิคงที่ความจุความร้อน (Heat capacity, C) คือความร้อนที่ทำให้สารทั้งหมดที่กำลังพิจารณามี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิเปลี่ยนไปหนึ่งหน่วย โดยสถานะไม่เปลี่ยน ถ้าให้ปริมาณความร้อน ΔQ แก่วัตถุ ทำให้อุณหภูมิของวัตถุเปลี่ยนไป ΔT ดังนั้นถ้าอุณหภูมิของวัตถุเปลี่ยนไป 1 หน่วย จะใช้ความร้อน C คือ

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$ มีหน่วยเป็น จูล/เคลวิน (J/K)

ความจุความร้อนจำเพาะ (Specific Heat capacity , c) คือความร้อนที่ทำให้สาร(วัตถุ) มวลหนึ่งหน่วย มีอุณหภูมิเปลี่ยนไปหนึ่งองศาเคลวิน คือ

$$c = \frac{\Delta Q}{m\Delta T}$$ ความจุความร้อนจำเพาะของสาร(J/kg-K)

นั่นคือ เมื่อสารมวล m มีอุณหภูมิเพิ่มจาก T_1 เป็น T_2 และความจุความร้อนจำเพาะมีค่าคงตัว ความร้อนที่สารได้รับ คือ $\Delta Q = mc\Delta T$

<u>การเปลี่ยนสถานะของสาร</u>

สารและสิ่งของที่อยู่รอบตัวเราจะพบว่ามีอยู่ 3 สถานะ คือ ของแข็ง (น้ำแข็ง) ของเหลว (น้ำ) และแก๊ส (ไอน้ำ) ได้

1.ของแข็ง แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีค่ามาก ทำให้โมเลกุลอยู่ใกล้กัน จึงทำให้รูปทรงของของแข็งไม่เปลี่ยนแปลงมากเมื่อมีแรงขนาดไม่มากนักมากระทำ ตามคำจำกัดความนี้ เหล็ก คอนกรีต ก้อนหิน เป็นของแข็ง

2.ของเหลว แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีค่าน้อย โมเลกุลจึงเคลื่อนที่ไปมาได้บ้าง จึงทำให้รูปทรงของของเหลวเปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่ที่บรรจุ น้ำ น้ำมัน ปรอท เป็นของเหลว

3.แก๊ส แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีค่าน้อยมาก จนโมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมากและเคลื่อนที่ได้สะเปะสะปะ ฟุ้งกระจายเต็มภาชนะที่บรรจุ เช่นอากาศและแก๊สชนิดต่างๆ

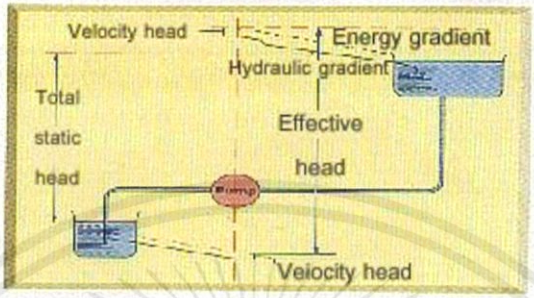
ประเภท	ชนิดเชื้อเพลิง	ค่าความร้อน (หน่วยอังกฤษ)	ค่าความร้อน (หน่วย SI)
เชื้อเพลิงแข็ง	ถ่านหินบิทูมินัส ถ่านหินลิกไนท์ ชีเล็อย แกลบ ชานอ้อย	6,297.16 kcal/kg 2,500.24 kcal/kg 2,598.14 kcal/kg 3,438.72 kcal/kg 1,798.16 kcal/kg	26,366.21 kJ/kg 10,468.50 kJ/kg 10,878.41 kJ/kg 14,397.92 kJ/kg 7,528.90 kJ/kg
เชื้อเพลิงเหลว	น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันเตาเอ น้ำมันเตาซี	8,245.76 kcal/L 8,697.10 kcal/L 9,857.66 kcal/L 9,117.38 kcal/L	34,525.00 kJ/L 36,414.76 kJ/L 41,274.02 kJ/L 38,174.47 kJ/L
เชื้อเพลิงก๊าซ	ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	8,763.96 kcal/Nm3 11,992.53 kcal/kg	36,694.47 kJ/Nm3 50,220 kJ/kg

ตารางที่ 2.1 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทฤษฎีของปั๊ม (iEnergyGuru,2012).

เฮดรวมของเครื่องปั๊มน้ำ เฮดรวมที่ปั๊มน้ำจะต้องเพียงพอเพื่อส่งน้ำในอัตราไหลที่กำหนดจากตำแหน่งหนึ่งไปสู่อีกตำแหน่งหนึ่ง หาได้โดยวิธีต่อไปนี้ คือเฮดรวมที่มั๊มน้ำต้องเพียงพอสำหรับการติดตั้งปั๊มน้ำในลักษณะที่แสดงในรูป ซึ่งหาได้จากสูตรต่อไปนี้



รูปที่ 2.27 การทำงานของปั๊ม

$H = h_a + Dh_p + h_l + V_d^2 / 2g$

H = เฮดรวมของเครื่อง Effective head (m)

h_a = เฮดสถิตย์รวม Total static head (m) คือความแตกต่างระหว่างระดับน้ำในที่เก็บน้ำขาออกและระดับน้ำขาเข้าเก็บน้ำขาเข้าใช้ค่า (+) ถ้าระดับน้ำขาออกสูงกว่าระดับน้ำขาเข้า

Dh_p = ความแตกต่างในความดันที่กระทำต่อน้ำในที่เก็บน้ำขาออกและที่เก็บน้ำขาเข้า $Dh_p = h_{p2} - h_{p1}$

h_l = การสูญเสียเฮดในท่อวาลว์ ฯลฯ เมตร (m) $h_l = h_{id} - h_{is}$ ทั้งนี้ไม่รวมการสูญเสียเฮดในเครื่องสูบ

$V_d^2 / 2g$ = เฮดความเร็วขาออก

g = ความเร่งที่เกิดจากความดึงดูดของโลก 9.8 เมตร/(วินาที)^2 (m/s^2)

กำลังที่ต้องการและประสิทธิภาพของเครื่องปั๊มน้ำ กำลังงานหมายถึงอัตราการทำงานในหนึ่งหน่วยเวลา หน่วยของกำลังงานที่นิยมใช้กันทั่ว ๆ ไป คือ 1 แรงม้ามีค่าเท่ากับ 745.7 วัตต์ (745.7 N-m/s) ซึ่งกำลังงานที่ใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับปั๊มมีอยู่สองอย่างด้วยกันคือ

1.แรงม้าทางทฤษฎี (Theoretical Horsepower) หรือบางครั้งเรียกว่า Water Horsepower, Whp เป็นจำนวนแรงม้าที่ปั๊มจะต้องเพิ่มให้แก่ของเหลว เพื่อให้ของเหลวไหลผ่านระบบด้วยอัตราที่กำหนด ค่า Whp สามารถคำนวณได้จากสูตร

$Whp = Q \times TDH / 273$

Q = อัตราการสูบของปั๊ม (ลบ. เมตรต่อชั่วโมง)

TDH = หัวรวมของปั๊ม (เมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.แรงม้าของต้นกำลัง (Brake Horsepower, Bhp.) เป็นกำลังงานที่มเตอร์ หรือเครื่องยนต์ต้นกำลังขับเคลื่อนปั๊ม เพื่อให้ปั๊มเพิ่มกำลังงานให้แก่ของเหลวเท่ากับ Whp. ดังนั้น

Bhp = Whp / ประสิทธิภาพของปั๊ม

ในกรณีที่ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ พลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ต้องการเป็นกิโลวัตต์ (kW) คำนวณได้จาก

kW = 0.746 Bhp

ประสิทธิภาพรวม = ประสิทธิภาพของมอเตอร์ / (ประสิทธิภาพของปั๊ม x ประสิทธิภาพของมอเตอร์)

คุณลักษณะและสมรรถนะการทำงานของปั๊ม (Characteristics and performance of pump)

คุณลักษณะเมื่อเดินเครื่องปั๊มด้วยความเร็วรอบคงที่แสดงไว้ในรูป 22 โดยถือว่า อัตราไหล เฮด ประสิทธิภาพกำลังขับเพลาที่จุดประสิทธิภาพสูงสุด (จุดอ้างอิง) เท่ากับค่าอ้างอิง (100%) ณ จุดอ้างอิงในรูปข้างต้น เมื่อกำหนดให้

Q = ปริมาณน้ำออก ณ จุดอ้างอิง [CMM] แต่ในปั๊มแบบดูดเข้าสองข้างนั้นให้เท่ากับ(1/2)Q

H = เฮดจริง ณ จุดอ้างอิง [m] แต่ในกรณีของปั๊มหลายชั้น จะให้เป็นค่าของแต่ละชั้น

N=ความเร็วรอบ[rpm]

ในกรณีนี้ จะเรียกค่าความเร็วจำเพาะ Ns ตามสูตรต่อไปนี้

$$N_s = N \cdot \frac{\sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}}$$

ความเร็วจำเพาะเป็นสิ่งที่ขึ้นกับลักษณะของใบพัด ดังจะเห็นได้จากสูตรว่า ยิ่งปั๊มที่มีอัตราไหลสูงและมีเฮดต่ำ (เช่น axial flow pump) Ns จะมีค่ามากขึ้น และยิ่งปั๊มที่มีอัตราไหลต่ำและมีเฮดสูง (เช่น turbine pump) Ns จะมีค่าน้อยลง รูป 23 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของความเร็วจำเพาะกับลักษณะของใบพัดเมื่อเปลี่ยนความเร็วรอบของปั๊ม ทั้งอัตราไหลและเฮดจะเปลี่ยนไปด้วย แต่จากการที่ Ns มีค่าคงที่ความสัมพันธ์พื้นฐาน ของปั๊มจึงมีดังต่อไปนี้ โดย P เท่ากับกำลังขับเพลา

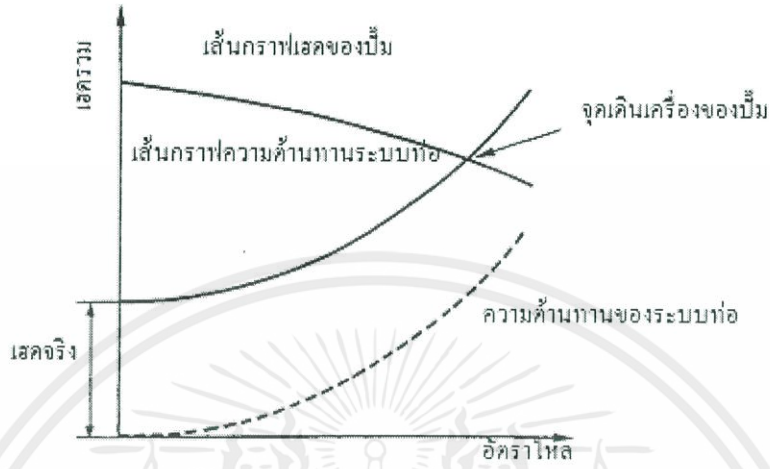
$$Q \propto N, \quad H \propto N^2, \quad P \propto N^3$$

ในการเลือกปั๊ม เมื่อพิจารณาความเร็วจำเพาะจากเงื่อนไขของ Q และ H จะสามารถระบุแนวทางได้ว่าจะเลือกประเภทใด

ปั๊มนั้นไม่จำกัดว่าจะถูกเดินเครื่องด้วยเงื่อนไขคงที่ตลอดเวลาหรือจะพิจารณาสภาพการเดินเครื่องที่สภาวะไหนก็ตามการเดินเครื่องจะมีเสถียรภาพเสมอซึ่งสามารถแสดงสภาพทั้งหมดของระบบปั๊มที่รวมถึงวาล์วน้ำเข้าและวาล์วน้ำออกและการเดินท่อก่อนและหลังปั๊มอยู่ในสภาพที่สมดุลในสภาพสมดุลนี้เฮดรว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มของปั๊มจะเท่ากับผลบวกระหว่างเฮดจริงซึ่งเท่ากับผลต่างของระดับน้ำขาเข้าและด้านขาออก กับเฮดสูญเสีย เช่น ความสูญเสียของแรงเสียดทานในท่อ ดังนั้น ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 24 จุดเดินเครื่องของปั๊มนั้นจะระบุได้ด้วยจุดตัดของเส้นกราฟเฮดรวมของปั๊มกับเส้นกราฟความต้านทานของท่อ(เฮดจริง + เฮดสูญเสีย)



รูปที่ 2.28 จุดการเดินเครื่องของปั๊ม

กฎการแปรผันและกฎความคล้ายของพัดลมและปั๊ม

อัตราไหลของของไหลจะแปรผันตามความเร็วรอบของปั๊ม ความดันสูญเสียในท่อน้ำที่ต่ออยู่กับปั๊มจะแปรผันตามกำลังสองของความเร็วของกระแส (ความเร็ว) นั่นคือแปรผันตามอัตราไหลกำลังสองนั่นเอง ดังนั้นหากความเร็วรอบเปลี่ยนแปลง ความดันจะแปรผันตามกำลังสองของความเร็วรอบ และกำลังขับเพลาจะแปรผันตามกำลังสามของความเร็วรอบ ความสัมพันธ์นี้เรียกว่ากฎการแปรผัน ซึ่งแสดงได้ด้วยสูตรต่อไปนี้

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{V_1 P_1}{V_2 P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

ในสูตรข้างต้น V1, V2 แทนอัตราไหล n1, n2 แทนความเร็วรอบ P1, P2 แทนความดัน W1, W2 แทนกำลังขับเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

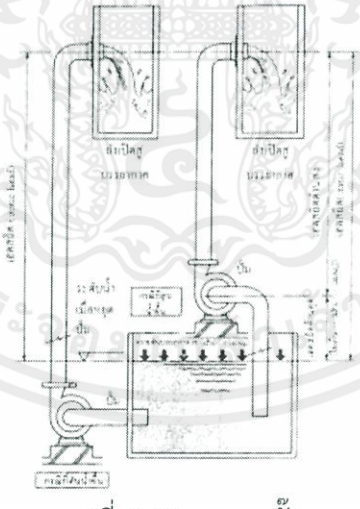
นอกจากนี้ เมื่อเดินเครื่องปั๊มที่มีลักษณะคล้ายกันภายใต้สภาวะที่คล้ายกัน (เช่น จุดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด) และสมมติว่าประสิทธิภาพของปั๊มเท่าเดิมแล้ว การไหลภายในปั๊มทั้งหมดจะมีลักษณะคล้ายกัน โดยความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลาง D ความเร็วรอบ n กับอัตราไหล ความดัน และกำลังขับเพลาจะคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้ซึ่ง เรียกว่า กฎความคล้ายของปั๊ม

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^3$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

$$\frac{W_1}{W_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^5$$

กฎการแปรผันและกฎความคล้ายบอกเราว่าหากเรามีปั๊มหรือพัดลมที่มีกำลังมากเกินไป (มีขนาดใหญ่เกินไป) ไม่เพียงแต่การลดขนาดท่อลมหรือท่อน้ำเพื่อให้เกิดแรงต้านมากขึ้นเท่านั้น แต่หากเราเปลี่ยนขนาดของพัดลมหรือปั๊ม (ใบพัด) หรือความเร็วรอบ ก็สามารถลดการใช้พลังงานลงอย่างมีประสิทธิผลอีกด้วย วิธีการนี้เป็นกลวิธีอนุรักษ์พลังงานที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเลือกใช้หรือดัดแปลงอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยของไหล



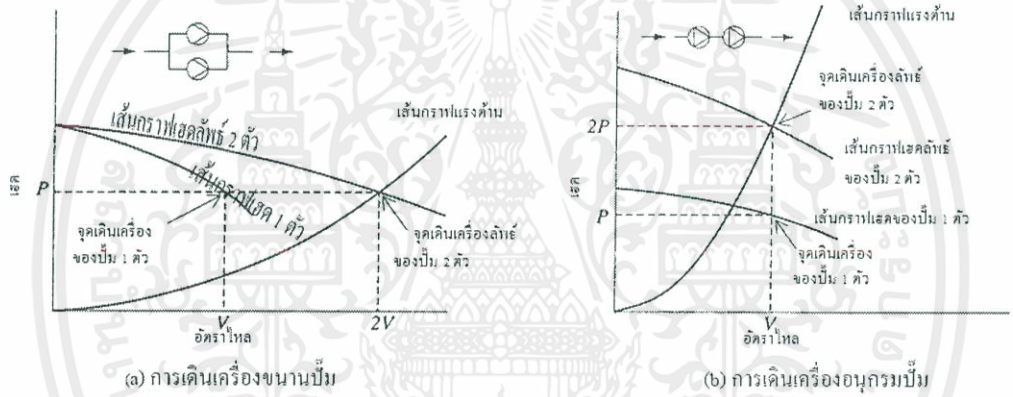
รูปที่ 2.29 เฮดของปั๊ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเดินเครื่องขนานและการเดินเครื่องอนุกรม

ในอุปกรณ์จริงๆบ่อยครั้งที่เราต้องเดินเครื่องปั๊มและพัดลมแบบขนานหรืออนุกรมเพื่อรองรับคุณลักษณะของภาระการใช้งานในที่นี้จะอธิบายจุดเดินเครื่องเมื่อเดินเครื่องขนานและเดินเครื่องอนุกรมโดยใช้เส้นกราฟคุณลักษณะ

กรณีที่เดินเครื่องขนานและเดินเครื่องอนุกรม เราต้องนำคุณลักษณะของปั๊มมาคำนวณประกอบกันเป็นคุณลักษณะลัพธ์ โดยใช้หลักการว่าในการเดินเครื่องขนาน ปั๊มแต่ละตัวจะมีความดันเท่ากัน และในการเดินเครื่องอนุกรม ปั๊มแต่ละตัวจะมีอัตราไหลเท่ากัน ในกรณีที่ต่อขนานปั๊มที่มีความจุ (capacity) เท่ากัน 2 ตัว ความจุรวมจะเท่ากับอัตราไหลของปั๊ม 2 ตัวบวกกันตามรูปที่ 26 (a) และในกรณีที่ต่ออนุกรมปั๊ม 2 ตัว จะเท่ากับแรงต้านแนวแกนเฮดของปั๊ม 2 ตัวบวกกัน ตามรูปที่ 26 (b) ดังนั้น จุดเดินเครื่องจึงอยู่ที่จุดตัดระหว่างเส้นกราฟเฮดและแรงต้านที่คำนวณได้ตามข้างต้น กรณีที่ต่อปั๊มตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปหรือกรณีที่ขนาด (ความจุ) ของปั๊มไม่เท่ากัน ก็สามารถใช้วิธีคิดเช่นเดียวกันได้



รูปที่ 2.30 การเดินเครื่องขนานและอนุกรมปั๊ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การประยุกต์ใช้ระบบการทำความเย็นแบบดูดซับกับพลังงานแสงอาทิตย์

ระบบทำความเย็นแบบดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์ (ทนงศักดิ์ วัฒนา,2550)

พลังงานแสงอาทิตย์นอกจากเป็นแหล่งพลังงานความร้อนในการใช้ประโยชน์ด้านความร้อนที่มีศักยภาพแล้ว พลังงานแสงอาทิตย์ยังสามารถนำมาผลิตเป็นความเย็นเพื่องานด้านความเย็นหรือระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพ และยังรักษาสิ่งแวดล้อมลดการใช้พลังงานจากฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้าเพื่อเป็นแหล่งพลังงานการขับเคลื่อนมอเตอร์เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานกลและความเย็นเพื่อใช้ในกระบวนการ

การประยุกต์พลังงานแสงอาทิตย์กับระบบทำความเย็นแบบดูดกลืนโดยใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เป็นแหล่งหลังงานเพื่อเปลี่ยนเป็นความเย็น ระบบการทำความเย็นแบบนี้ สามารถอธิบายหลักการทำงาน ส่วนประกอบ และการประยุกต์ใช้งานได้ดังนี้

สารทำความเย็นน้ำ–สารละลายเกลือไฮโกร์ซคอฟิก โดยใช้น้ำเป็นสารทำความเย็น และใช้สารละลายเกลือไฮโกร์ซคอฟิก เป็นสารดูดซึม โดยสารละลายที่มีหลายชนิด เช่น คลอไรด์ ไอโอไดซ์ สารลิเธียม แมกนีเซียม แคลเซียม สังกะสี

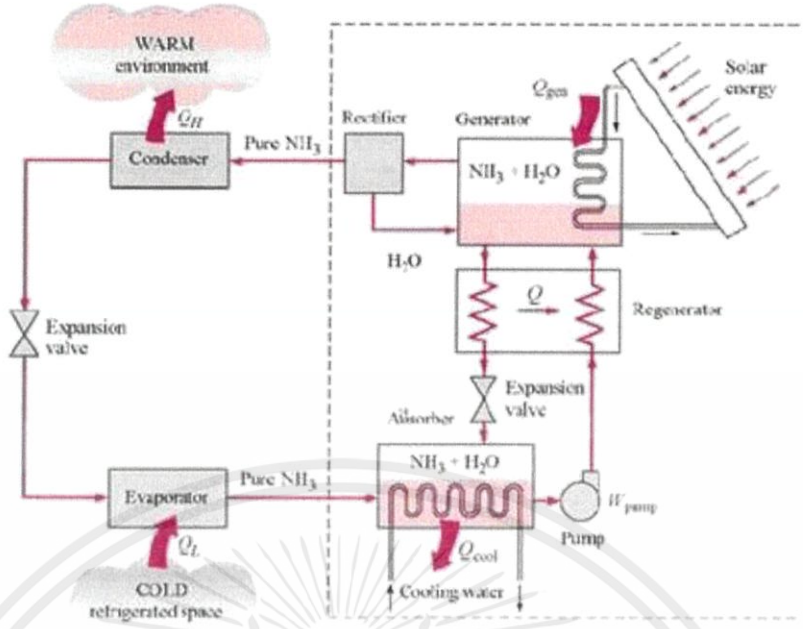
ระบบทำความเย็นแบบดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์

ด้วยความหลายหลายในการใช้แหล่งความร้อนเพื่อขับเคลื่อนระบบทำความเย็นแบบดูดซึมประกอบกับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบทำความเย็นแบบดูดซึม ประกอบกับกระแสการอนุรักษ์พลังงานหรือแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เพื่อลดภาวะโลกร้อน

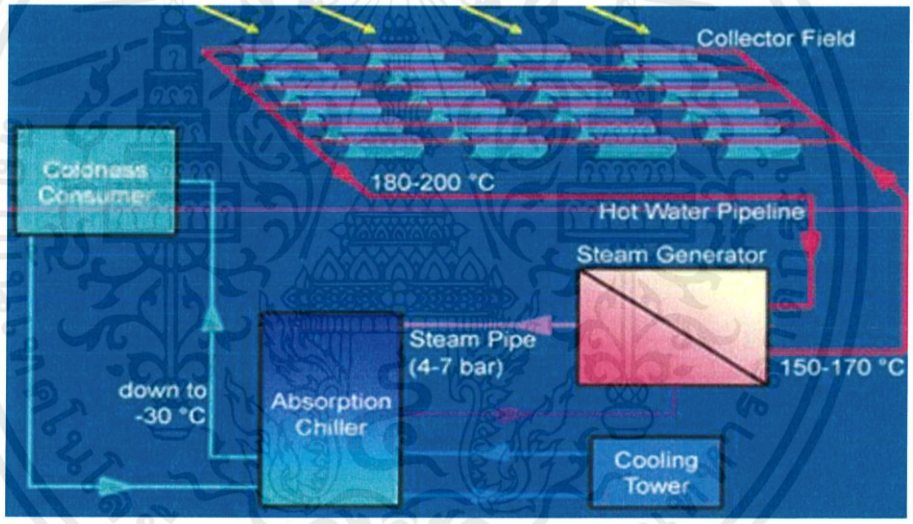
ระบบทำความเย็นโดยใช้เพลังงานแสงอาทิตย์จึงมีผู้ศึกษาค้นคว้า ทำการวิจัย เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างจริงจัง และคุ้มค่าการลงทุน ระบบทำความเย็นแบบดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในการพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยซึ่งมีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยสูง คือประมาณ 18.2 MJ/m2 จึงมีศักยภาพในการนำพลังงานความร้อนมาใช้ประโยชน์

จากข้อได้เปรียบเรื่องความหลากหลายในการใช้แหล่งความร้อนของระบบทำความเย็นแบบดูดซึมทำให้สามารถประยุกต์ใช้กับพลังงานแสงอาทิตย์ได้เป็นอย่างดี โดยระบบทำความเย็นแบบดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถเลือกแหล่งความร้อนเพื่อขับเคลื่อนระบบได้ 2 รูปแบบ คือ น้ำร้อน และไอน้ำ โดยอาศัยตัวรับพลังงานแสงอาทิตย์ในการสร้างน้ำร้อนและไอน้ำ เพื่อส่งต่อไปยังเครื่องผลิตความเย็น เครื่องทำความเย็นแบบดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถแสดงได้ในรูปที่ 2.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 แสดงระบบทำความเย็นแบบดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้แผงรับแสงอาทิตย์

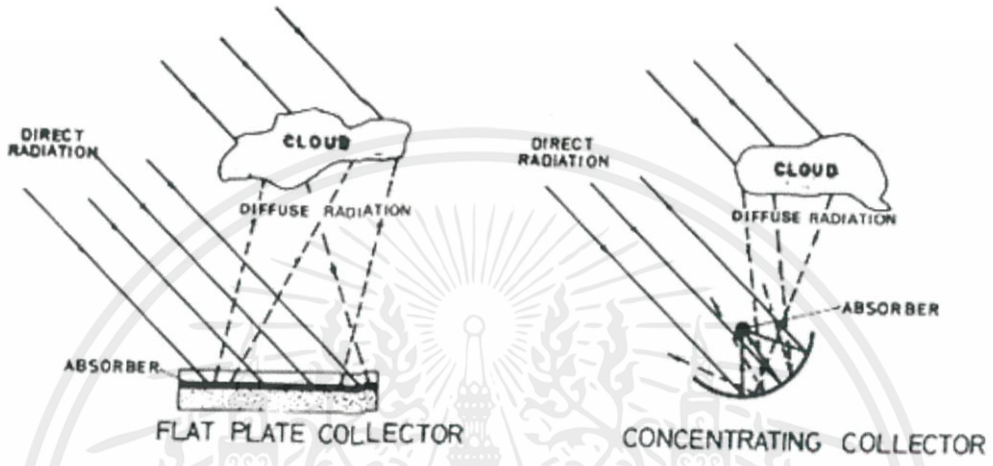


รูปที่ 2.32 แสดงระบบทำความเย็นแบบดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้รางพาราโบลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบทำความเย็นแบบดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์ ในส่วนของระบบทำความเย็นจะมีหลักการทำงานเหมือนในหัวข้อที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ต่างกันตรงที่แหล่งกำเนิดความร้อนที่จ่ายให้เครื่องกำเนิด (Generator) จะใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์แทน

โดยทั่วไปอุปกรณ์ในการรับพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อนำความร้อนไปใช้งาน นิยมใช้กัน 2 รูปแบบ คือ แบบแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ ส่วนใหญ่ใช้ผลิตน้ำร้อน และแบบรางรวมแสงจะผลิตได้ทั้งน้ำร้อน และไอน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2.34



.รูปที่ 2.33 ลักษณะของอุปกรณ์รับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์

1. การผลิตน้ำร้อนด้วยแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทั่วไประบบผลิตน้ำร้อนด้วยวิธีนี้ มักพบในเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพียงแต่มีการดึงน้ำร้อนที่ผลิตได้ไปใช้ในระบบทำความเย็นแบบดูดซึม แทนการนำน้ำร้อนไปใช้งานอย่างอื่น ลักษณะของอุปกรณ์รับพลังงานแสงอาทิตย์ ดังแสดงในรูปที่ 2.35

ก) แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ ข) แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบหลอดสุญญากาศ

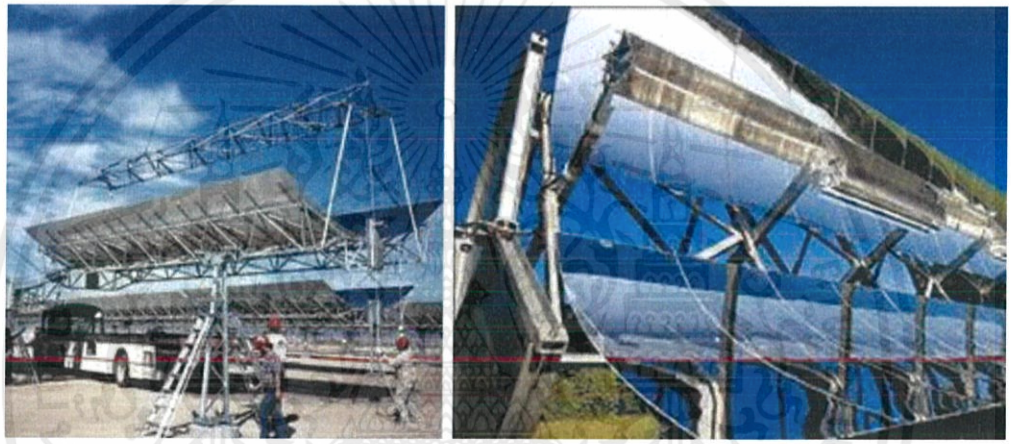
รูปที่ 2.34 รูปแบบแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ที่นิยมใช้เพื่อผลิตน้ำร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบผลิตน้ำร้อนหรือไอน้ำแบบรางรวมแสง การผลิตน้ำร้อน หรือไอน้ำ ด้วยวิธีนี้ในประเทศไทยยังไม่มีการใช้งานในเชิงพาณิชย์ มีแต่เป็นงานทดลองและวิจัยในมหาวิทยาลัยเท่านั้น ระบบผลิตน้ำร้อน หรือไอน้ำด้วยรางรวมแสง ประกอบด้วยอุปกรณ์ 3 ส่วนหลัก ๆ คือ อุปกรณ์รับแสง อุปกรณ์รับแสงจากการรวมแสง อุปกรณ์ติดตามดวงอาทิตย์

ซึ่งหลักการทำงานของระบบ ประกอบด้วย อุปกรณ์รับแสง (Receiver) เป็นอุปกรณ์เพื่อรับพลังงานความร้อนที่เกิดจากการรวมแสง โดยปกติจะใช้หลอดแก้วสุญญากาศ ภายในมีท่อซึ่งบรรจุสารทำงาน

เมื่อสารทำงานรับพลังงานความร้อนจะระเหยและเคลื่อนที่ไปแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำ หรืออาจใช้น้ำเป็นสารทำงาน เมื่อน้ำเดือดกลายเป็นไอ และส่งไปใช้งานต่อไป ในกรณีใช้กับระบบทำความเย็นไอน้ำก็จะถูกส่งไปยังเครื่องกำเนิด (Generator) เพื่อให้ระบบทำความเย็นทำงานได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 2.35 แสดงรางโครงพาราลิกเพื่อผลิตน้ำร้อน หรือไอน้ำ

ปกติความสามารถในการรับพลังงานแสงอาทิตย์และนำความร้อนไปใช้งานขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของอุปกรณ์รับพลังงานแสงอาทิตย์ว่ามีมากน้อยแค่ไหน ระบบผลิตน้ำร้อน หรือ ไอน้ำ เพื่อนำน้ำร้อนไปใช้งาน ประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ ว่ามีประสิทธิภาพแค่ไหน ซึ่งขึ้นอยู่กับ ค่าพลังงานความร้อนที่นำไปใช้ และค่าการสูญเสียในรูปแบบต่าง ๆ ของแผงรับแสงอาทิตย์

เช่น การสูญเสียจากการพาความร้อน การสูญเสียจากการนำความร้อน หรือ การสูญเสียจากการแผ่รังสีความร้อน เป็นต้น หรืออาจกำหนดประสิทธิภาพของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนของพลังงานความร้อนที่นำไปใช้ต่อ พลังงานความร้อนจากรังสีรวมจากดวงอาทิตย์

สำหรับแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีใช้ในประเทศไทย มีหลายรุ่นและหลายยี่ห้อ ซึ่งค่าประสิทธิภาพก็แตกต่างกันออกไป เช่น แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้หลอดสุญญากาศ SK-6 มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพ 56.65% พลังงานความร้อน 978.88 kWh/m2 แผง หรือ หลอดสุญญากาศของ Thermomax ประสิทธิภาพ 59.90% พลังงานความร้อน 1,053.64 978.88 kWh/m2 แผง เป็นต้น ซึ่งย่อขึ้นอยู่กับผู้เลือกใช้งาน

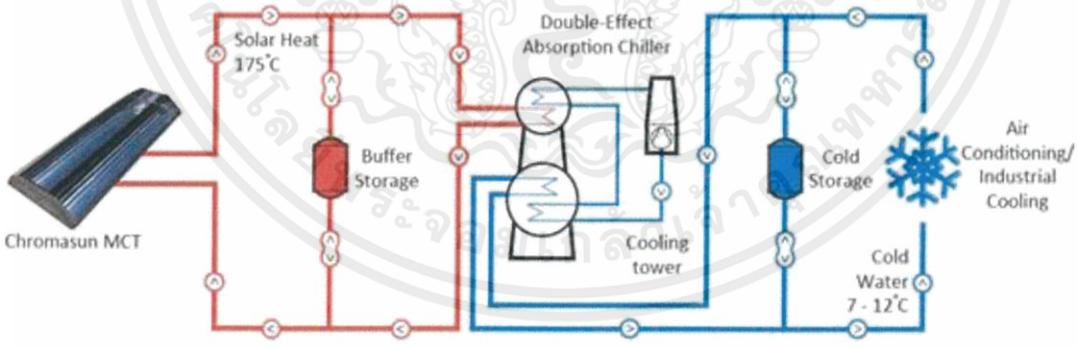
การพิจารณาออกแบบระบบทำความเย็นแบบดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์เบื้องต้น

ในการประเมินศักยภาพการทำความเย็นแบบดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์ มีหลายปัจจัยในการพิจารณาถึงประสิทธิภาพการทำงานของระบบ เช่น สภาวะอากาศของแต่ละช่วงเวลา ค่ารังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา และภูมิภาค

หรือแม้แต่อุณหภูมิทำงานของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ของแต่ละผู้ผลิต รวมถึงประสิทธิภาพของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยเช่นกัน และอีกตัวแปรที่สำคัญในการพิจารณาคือ ค่า โหลดความเย็นของอาอาคารหรือบ้านเรือนที่ใช้ความเย็นในแต่ละช่วงเวลาเช่นกัน

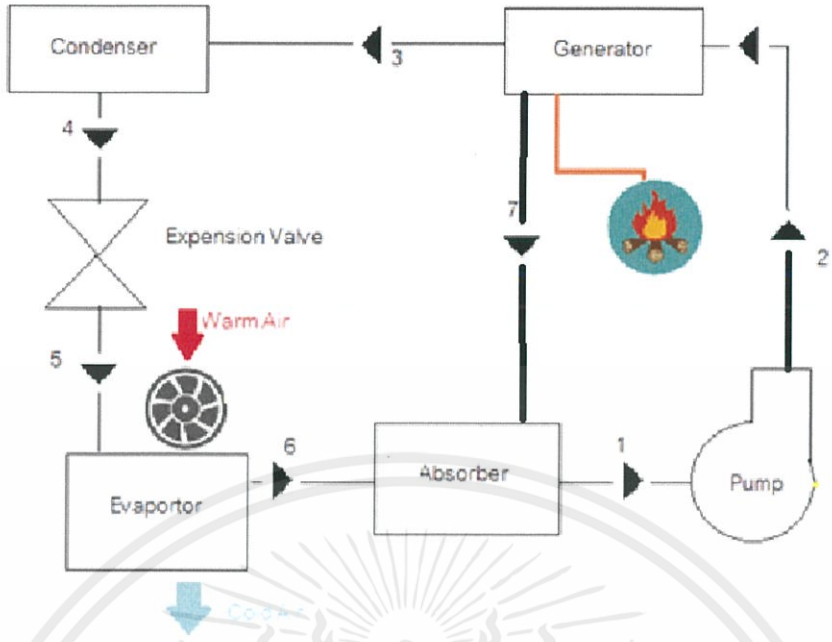
ดังนั้น การออกแบบแผงรับแสงอาทิตย์ สภาวะอากาศแต่ละช่วงเวลา และการพิจารณาโหลดความเย็น ให้มีความเหมาะสมจะทำให้ระบบทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ระบบทำความเย็นพลังงานแสงอาทิตย์ทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ผู้ออกแบบจำเป็นต้องพิจารณาการจ่ายพลังงานความร้อนให้คงที่และเหมาะสมกับโหลดความเย็นให้มากที่สุด แต่เนื่องจากความแน่นนอน และความไม่คงที่ของแสงอาทิตย์ทำให้ความร้อนที่ได้ไม่คงที่ตามไปด้วย

เพื่อลดปัญหาดังกล่าว การใช้ ระบบสะสมความร้อนเพิ่มเข้าไปในระบบจะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ คือ ในช่วงเวลาที่พลังงานแสงอาทิตย์มีมากเกินความจำเป็นของระบบ พลังงานความร้อนก็จะถูกเก็บไว้ในระบบสะสมความร้อน และจะจ่ายออกมาเมื่อความร้อนในระบบไม่เพียงพอ หรือแสงอาทิตย์มีปริมาณน้อยกว่าความต้องการของโหลดความเย็น เป็นต้น ระบบดังกล่าว แสดงในรูปที่ 2.37



รูปที่ 2.36 แสดงการเพิ่มระบบสะสมความร้อนเข้าไปในระบบทำความเย็นแบบดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.37 ผังระบบการทำความเย็นแบบดูดซับโดยใช้แหล่งพลังงานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ระบบการทำความเย็นแบบดูดซับโดยใช้แหล่งพลังงานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมีการให้ความร้อนแก่ระบบมาจากการเผาไหม้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

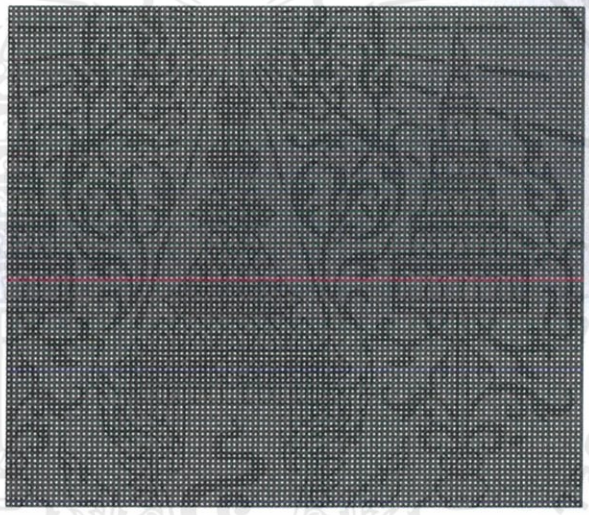
การออกแบบ สร้าง และทดสอบ

3.1 การออกแบบและการสร้าง

3.1.1 ออกแบบแผงติดตั้งอุปกรณ์

แผ่นเหล็ก

กว้าง	130	เซนติเมตร
ยาว	130	เซนติเมตร
หนา	1	มิลลิเมตร



รูปที่ 3.1 แผงติดตั้งอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

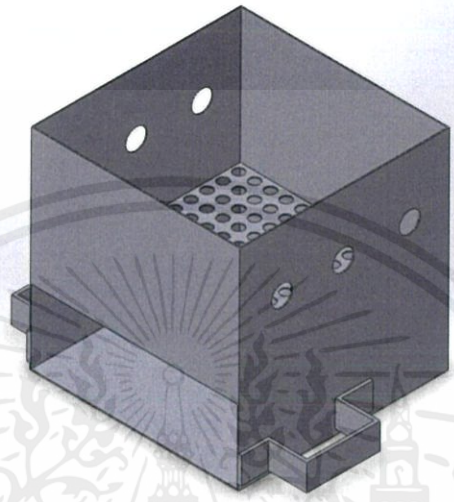
3.1.2 ออกแบบตู้เผา

เหล็กแผ่นพับ มีช่องว่างด่านล่างเพื่อให้อากาศไหลผ่าน

กว้าง 20 เซนติเมตร

ยาว 20 เซนติเมตร

สูง 20 เซนติเมตร



รูปที่ 3.2 ตู้เผา

3.1.3 ออกแบบ Absorber

กว้าง 18 เซนติเมตร

ยาว 11 เซนติเมตร

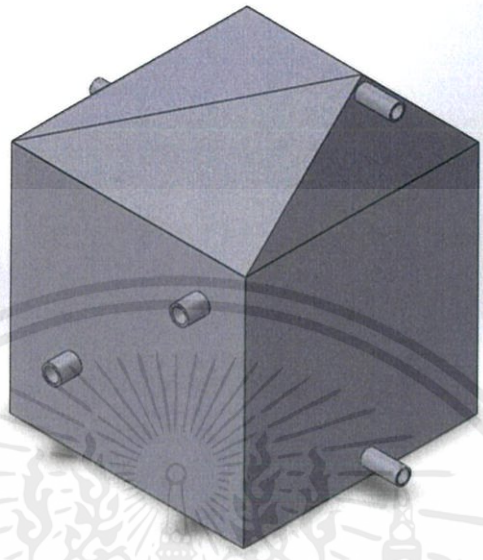
สูง 25 เซนติเมตร

รูปที่ 3.3 Absorber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 ออกแบบ Generator

ออกแบบให้เป็นทรงพีระมิดโดยมีทางออกอยู่ตรงส่วนยอดเพื่อให้ไอของสารทำความเย็นทั้งหมดรวมกันที่ทางออกเดียว



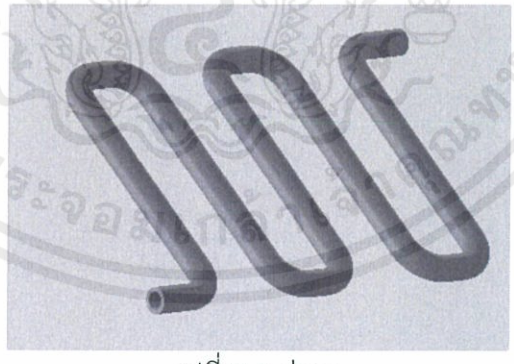
รูปที่ 3.4 Generator

3.1.5 ออกแบบ ท่อขดเพื่อรับความร้อน

ใช้ส่วนโค้งรูปตัว U เชื่อมกับท่อตรง

ท่อตรงยาว 10 เซนติเมตร

ส่วนโค้งยาว 3 เซนติเมตร



รูปที่ 3.5 ท่อขด

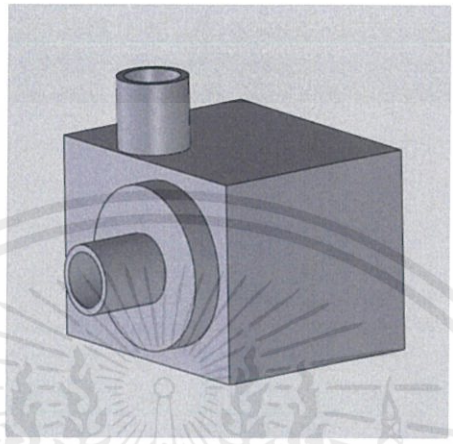
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 ออกแบบ Pump

เพื่อสร้างแรงดันส่งน้ำไปยัง Generator

เลือกปั้มที่มีเฮดปั้ม 2.5 เมตร

อัตราการไหล 350 ลิตร/ชั่วโมง



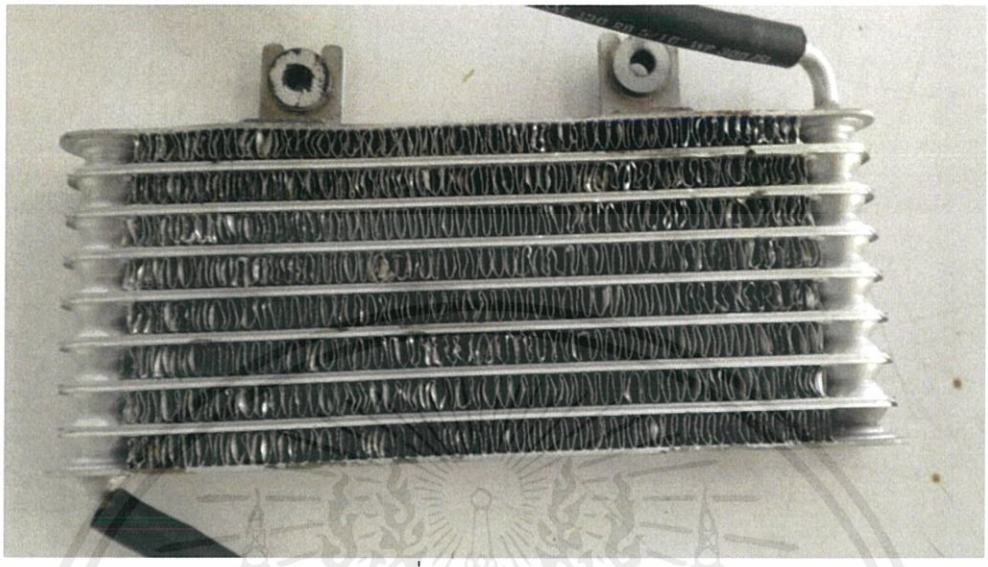
รูปที่ 3.6 Pump

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

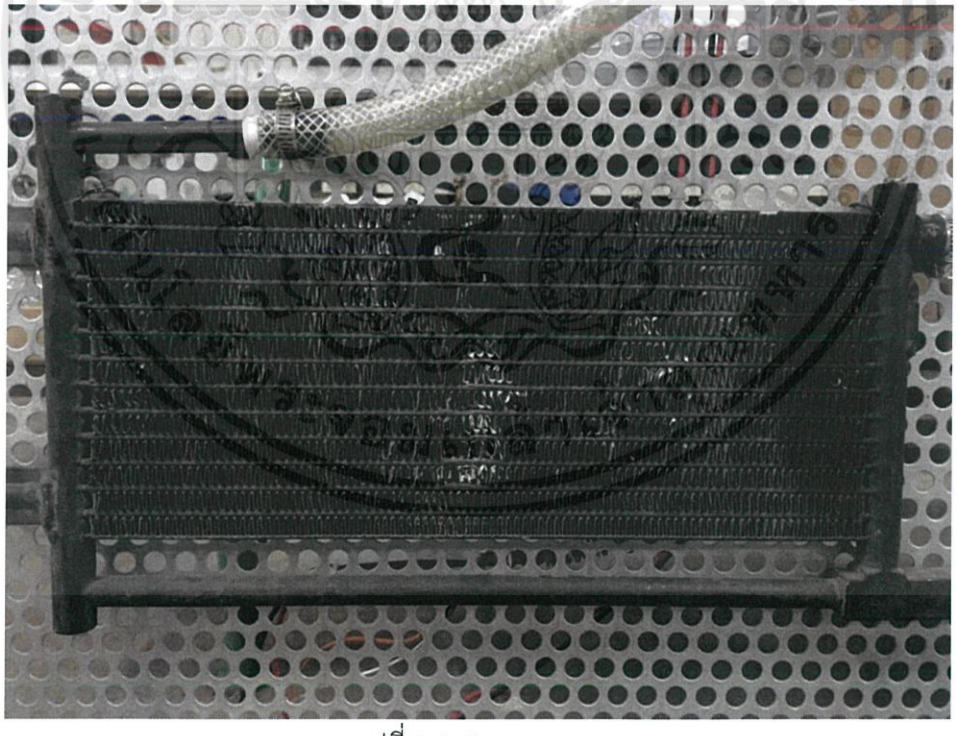
3.2.1 อุปกรณ์

1. Condenser



รูปที่ 3.7 Condenser

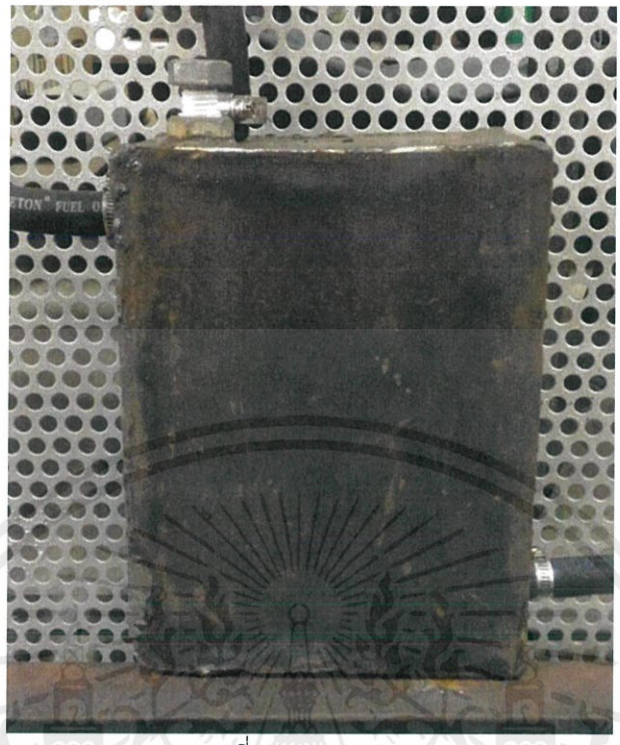
2. Evaporator



รูปที่ 3.8 Evaporator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Absorber



รูปที่ 3.9 Absorber

4. Generator

รูปที่ 3.10 Generator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Pump

รูปที่ 3.11 Pump

6. Temp gun (DIGICON รุ่น DP-88R)

รูปที่ 3.12 Temp gun (DIGICON รุ่น DP-88R)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Anemometer (Benetech รุ่น GM816A)

รูปที่ 3.13 Anemometer (Benetech รุ่น GM816A)

8. Water temp gauge

รูปที่ 3.14 Water temp gauge

9. Pressure gauge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.15 Pressure gauge

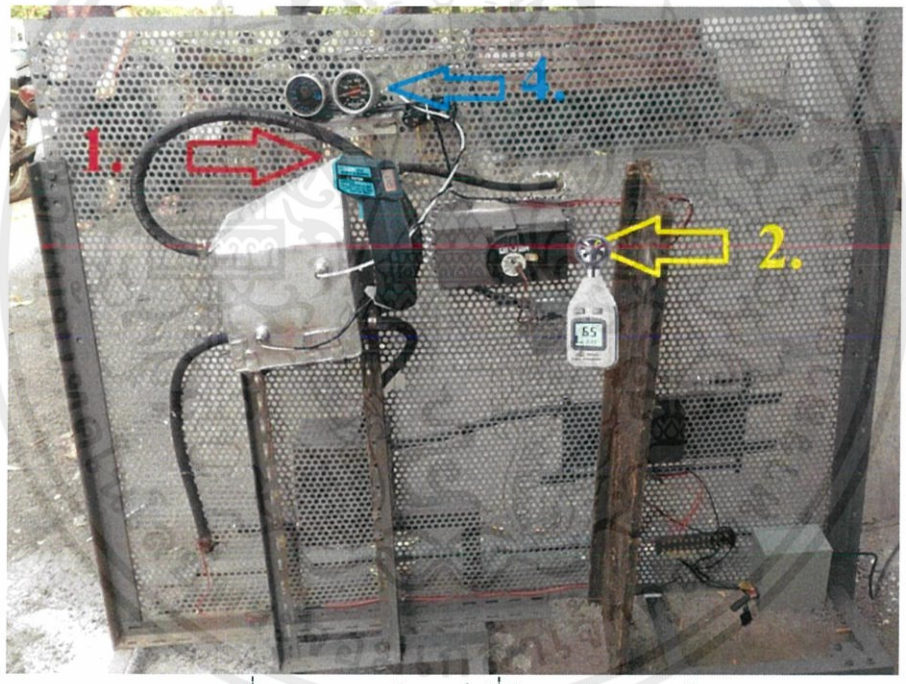
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการทดลองและประมวลผล

3.3.1 วิธีการทดลอง

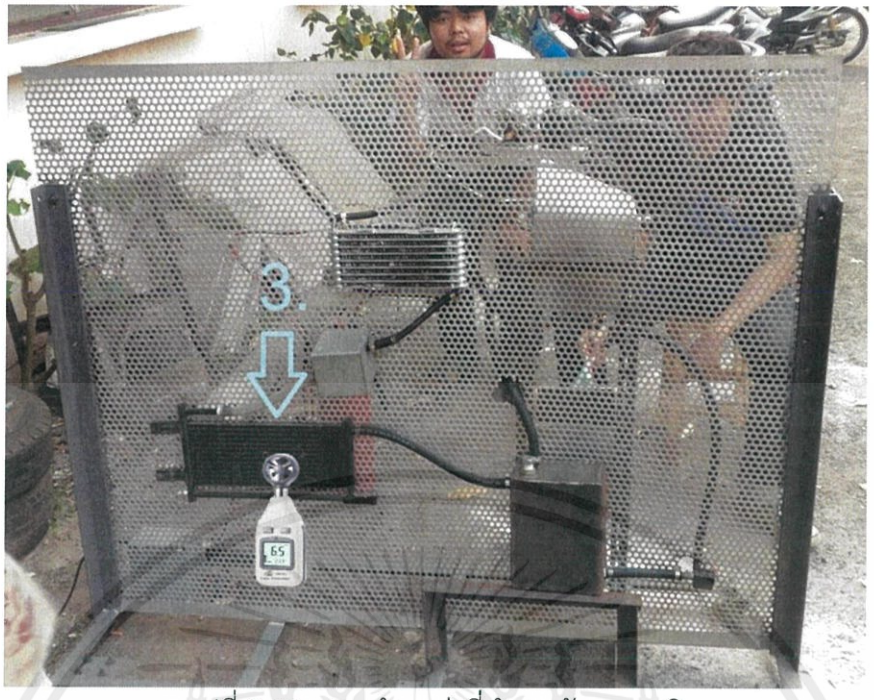
การทดสอบชุดอุปกรณ์การทำความเย็นแบบดูดซับ ณ อุณหภูมิห้องใดๆ เพื่อหาความสามารถในการลดอุณหภูมิห้องที่สภาสวะการทำงานแตกต่างกัน ทดลองด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 80°c 85°c 90°c และ 95°c ตามลำดับ โดยเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ให้ความร้อนแก่ระบบคือ ถ่านไม้

เริ่มต้นการทดลอง โดยการวัด อุณหภูมิห้องในขณะที่นั้น หลังจากนั้นเริ่มให้ความร้อนแก่ระบบ โดยการเผาที่ Generator เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิที่กำหนดคือ 80°c 85°c 90°c และ 95°c ตามลำดับ ให้วัดอุณหภูมิที่จุดต่างๆดังนี้ 1. วัดอุณหภูมิที่ทางออกของ Generator 2. วัดอุณหภูมิลมที่ผ่าน Condenser 3. วัดอุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator 4. ดูระดับแรงดันภายในระบบ



รูปที่ 3.16 แสดงตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แสดงตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิ

3.3.2 การประมวลผล

ประมวลผลได้โดยการ เปรียบเทียบอุณหภูมิ ห้อง กับอุณหภูมิลมที่ผ่านออกมาจาก Evaporator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง และบทวิจารณ์

4.1 ผลการทดลอง

4.1.1 การทดสอบ Condenser โดยวิธีการ ต้มแอลกอฮอล์เดือดแล้วเทแอลกอฮลล์ผ่าน Condender เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อน

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบ Condenser ด้วยการให้ความร้อนแก่แอลกอฮอล์

ให้ความร้อนแก่แอลกอฮอล์		
ครั้งที่	อุณหภูมิทางเข้า(°c)	อุณหภูมิทางออก(°c)
1	86	32
2	82	31
3	85	33
4	87	32
5	85	33
6	82	33
7	80	32

4.1.2 การทดสอบ Condenser โดยวิธีการ ต้มน้ำเดือดแล้วเทน้ำผ่าน Condenser เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อน

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบ Condenser ด้วยการให้ความร้อนแก่น้ำ

ให้ความร้อนแก่น้ำ		
ครั้งที่	อุณหภูมิทางเข้า(°c)	อุณหภูมิทางออก(°c)
1	95	75
2	97	78
3	100	79
4	102	80
5	100	80
6	100	83
7	100	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การทดสอบ Evaporator โดยวิธีการ ต้มน้ำเดือดแล้วเทน้ำผ่าน Evaporator เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อน

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบ Evaporator ด้วยการให้ความร้อนแก่น้ำ

ให้ความร้อนแก่น้ำ		
ครั้งที่	อุณหภูมิทางเข้า(°c)	อุณหภูมิทางออก(°c)
1	80	68
2	79	63
3	82	65
4	83	67
5	83	68
6	82	68
7	81	69

4.1.4 การทดสอบการให้ความร้อนแอลกอฮอล์เพื่อหาจุดเดือด โดยใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิง

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองความร้อนแอลกอฮอล์ โดยตะเกียงแอลกอฮอล์

ให้ความร้อนแก่แอลกอฮอล์	
เวลา(นาที)	อุณหภูมิ(°c)
0	31
2	48
4	55
6	60
8	66
10	89
12	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 80°c โดยการเผาด้วยเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง อุณหภูมิห้อง 30 °c

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 80 °c อุณหภูมิห้อง 30 °c

อุณหภูมิของเหลวภายใน Generator (°c)	แรงดันภายในระบบ (psi)	อุณหภูมิทางออก Generator (°c)	อุณหภูมิลมที่ผ่าน Condenser (°c)	อุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator (°c)
80	5	57	32	29.4
80	7	59	33.2	29.2
80	7	60	34.7	29.2
80	8	60	33.6	28.8
80	8	61	34	29.1

4.1.6 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 85°c โดยการเผาด้วยเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง อุณหภูมิห้อง 30 °c

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 85°c อุณหภูมิห้อง 30 °c

อุณหภูมิของเหลวภายใน Generator (°c)	แรงดันภายในระบบ (psi)	อุณหภูมิทางออก Generator (°c)	อุณหภูมิลมที่ผ่าน Condenser (°c)	อุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator (°c)
85	10	57	32	29.4
85	11	57	33.2	29.2
85	11	55	34.7	29.2
85	11	55	33.6	28.8
85	12	58	32	29.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 90°c โดยการเผาด้วยเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง อุณหภูมิห้อง 30 °c

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 90 °c อุณหภูมิห้อง 30 °c

อุณหภูมิของเหลวภายใน Generator (°c)	แรงดันภายในระบบ (psi)	อุณหภูมิทางออก Generator (°c)	อุณหภูมิลมที่ผ่าน Condenser (°c)	อุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator (°c)
90	15	60	33	28.3
90	12.5	57	39	28.4
90	14	60	33	28.5
90	12.5	55	37	27.6
90	14	59	32	28.6

4.1.8 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 95 °c โดยการเผาด้วยเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง อุณหภูมิห้อง 30 °c

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 95 °c อุณหภูมิห้อง 30 °c

อุณหภูมิของเหลวภายใน Generator (°c)	แรงดันภายในระบบ (psi)	อุณหภูมิทางออก Generator (°c)	อุณหภูมิลมที่ผ่าน Condenser (°c)	อุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator (°c)
95	18	62.5	38	27.6
95	17	65.2	39	27.9
95	17	64.3	37	28
95	18	63.1	37	27.6
95	16	60.3	36	28.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.9 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 80°c โดยการเผาด้วยเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง อุณหภูมิห้อง 33 °c

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 80 °c อุณหภูมิห้อง 33 °c

อุณหภูมิของเหลวภายใน Generator (°c)	แรงดันภายในระบบ (psi)	อุณหภูมิทางออก Generator (°c)	อุณหภูมิลมที่ผ่าน Condenser (°c)	อุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator (°c)
80	7.5	62	33.5	32.7
80	7.5	62	33.5	32.8
80	7	57	35.7	32.6
80	4.5	57	35.3	32.6
80	5	55	36.9	32.1

4.1.10 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 85°c โดยการเผาด้วยเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง อุณหภูมิห้อง 33 °c

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 85 °c อุณหภูมิห้อง 33 °c

อุณหภูมิของเหลวภายใน Generator (°c)	แรงดันภายในระบบ (psi)	อุณหภูมิทางออก Generator (°c)	อุณหภูมิลมที่ผ่าน Condenser (°c)	อุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator (°c)
85	8	60.5	37.4	32.4
85	6	57	34.7	32.2
85	7	62	35.4	32.3
85	7	62	36.9	32.6
85	7	59	34.1	32.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.11 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 90°c โดยการเผาด้วยเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง อุณหภูมิห้อง 33 °c

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 90 °c อุณหภูมิห้อง 33 °c

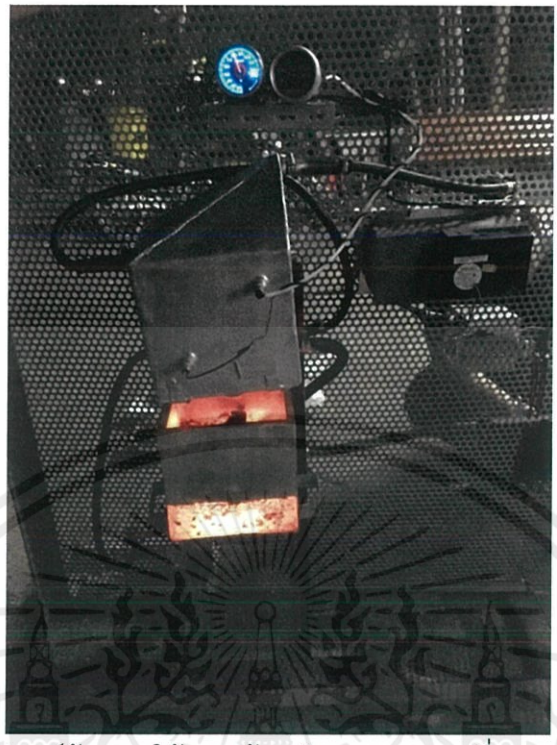
อุณหภูมิของเหลวภายใน Generator (°c)	แรงดันภายในระบบ (psi)	อุณหภูมิทางออก Generator (°c)	อุณหภูมิลมที่ผ่าน Condenser (°c)	อุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator (°c)
90	9	67	35.5	32.7
90	10	65	35.5	32
90	10	62	35.1	32.8
90	9	64	35.4	31.7
90	10	64	34.7	31.8

4.1.12 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 95°c โดยการเผาด้วยเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง อุณหภูมิห้อง 33 °c

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 95 °c อุณหภูมิห้อง 33 °c

อุณหภูมิของเหลวภายใน Generator (°c)	แรงดันภายในระบบ (psi)	อุณหภูมิทางออก Generator (°c)	อุณหภูมิลมที่ผ่าน Condenser (°c)	อุณหภูมิลมที่ผ่าน Evaporator (°c)
95	13	66.5	35	32.5
95	12	71	34.9	31.1
95	13	72	35.1	32.4
95	13	72	34.6	31.2
95	14	71	34.6	31.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

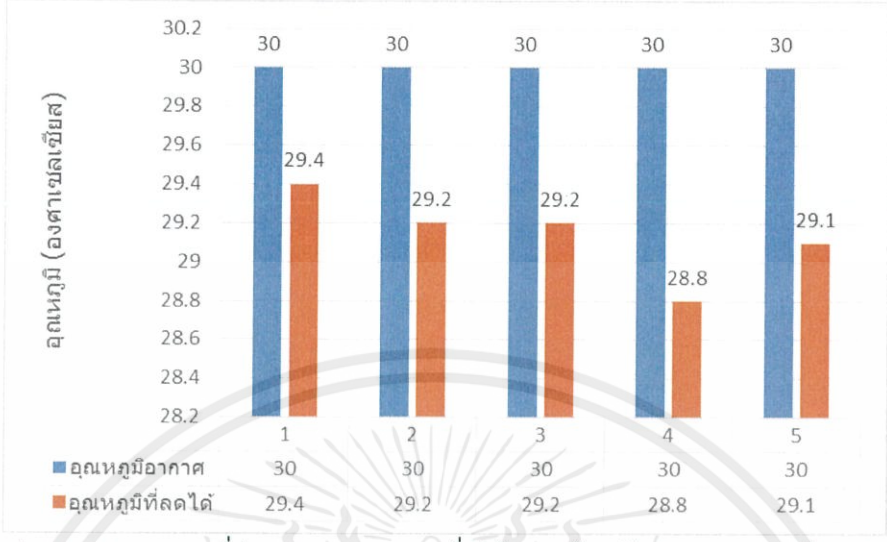


รูปที่ 4.1 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส

รูปที่ 4.2 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ อุณหภูมิห้อง 33 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

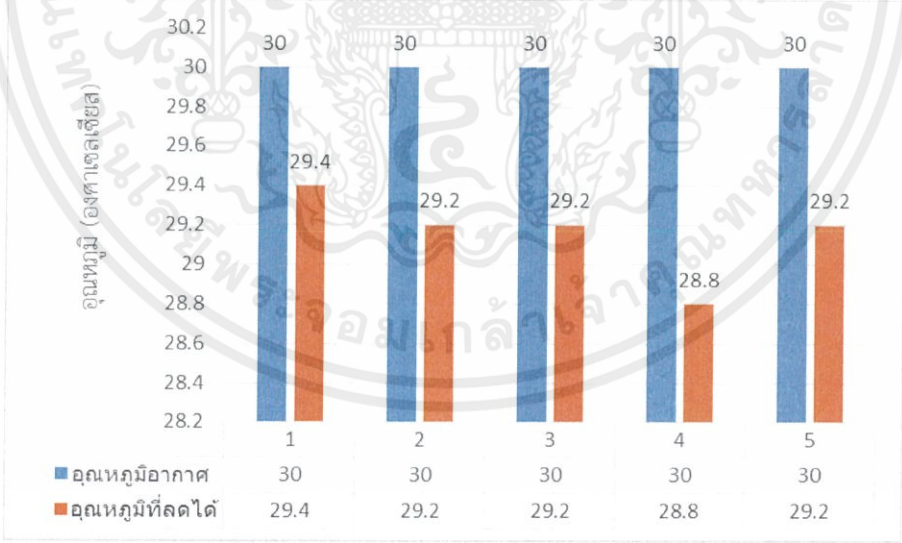
4.1.13 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ถึง 80 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงอุณหภูมลมที่ผ่าน Evaporator เมื่อให้ความร้อนกับ Generator ถึง 80 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิอากาศที่ 30 องศาเซลเซียส

จากกราฟพบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเท่ากับ 29.14 องศาเซลเซียส และมีค่าต่ำสุดคือ 28.8 องศาเซลเซียส ระบบสามรถลดอุณหภูมิลงได้ 1.2 องศาเซลเซียส ซึ่งคิดเป็น 4%

4.1.14 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ถึง 85 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส

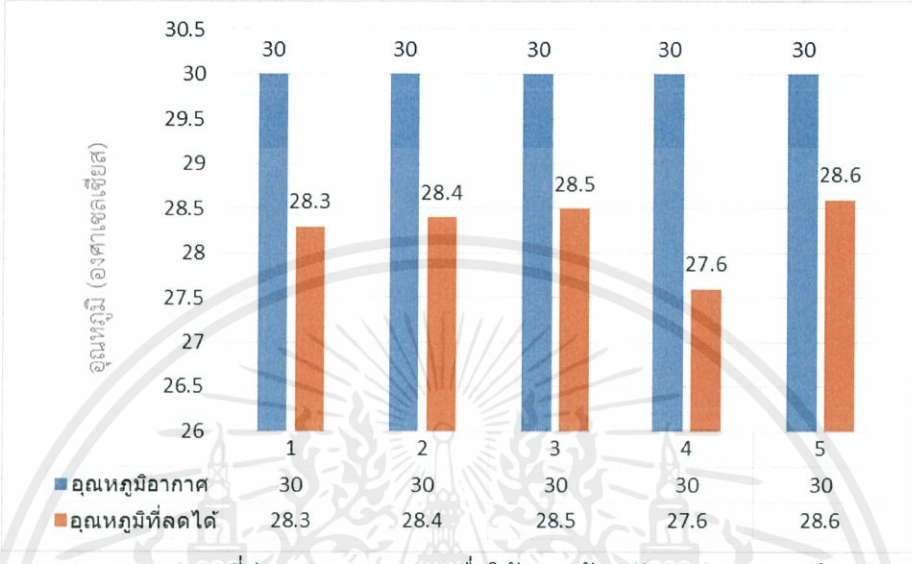


รูปที่ 4.4 กราฟแสดงอุณหภูมลมที่ผ่าน Evaporator เมื่อให้ความร้อนกับ Generator ถึง 85 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิอากาศที่ 30 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟพบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเท่ากับ 29.16 องศาเซลเซียส และมีค่าต่ำสุดคือ 28.8 องศาเซลเซียส ระบบสามรถลดอุณหภูมิลงได้ 1.4 องศาเซลเซียส ซึ่งคิดเป็น 4%

4.1.15 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ถึง 90 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส

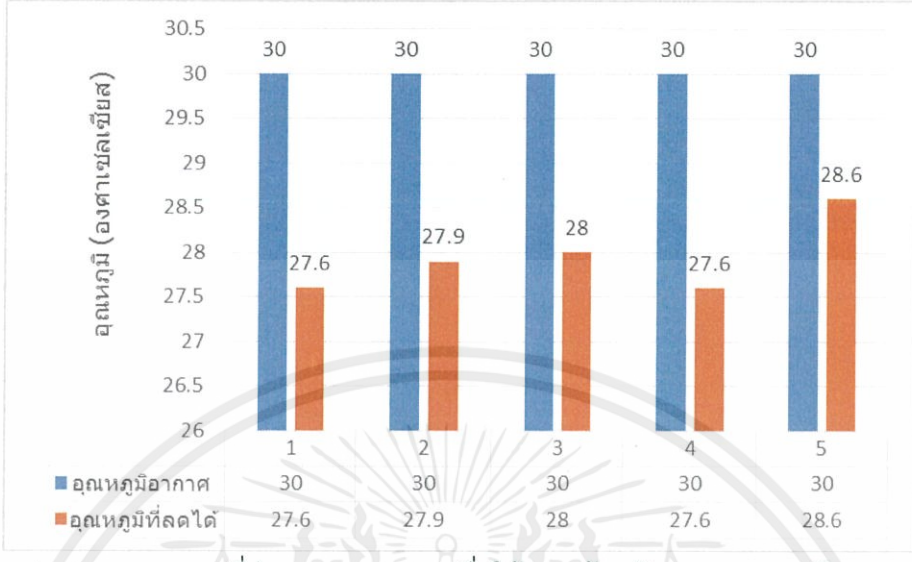


รูปที่ 4.5 กราฟแสดงอุณหภูมลมที่ผ่าน Evaporator เมื่อให้ความร้อนกับ Generator ถึง 90 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิอากาศที่ 30 องศาเซลเซียส

จากกราฟพบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเท่ากับ 28.28 องศาเซลเซียส และมีค่าต่ำสุดคือ 28.3 องศาเซลเซียส ระบบสามรถลดอุณหภูมิลงได้ 1.7 องศาเซลเซียส ซึ่งคิดเป็น 5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

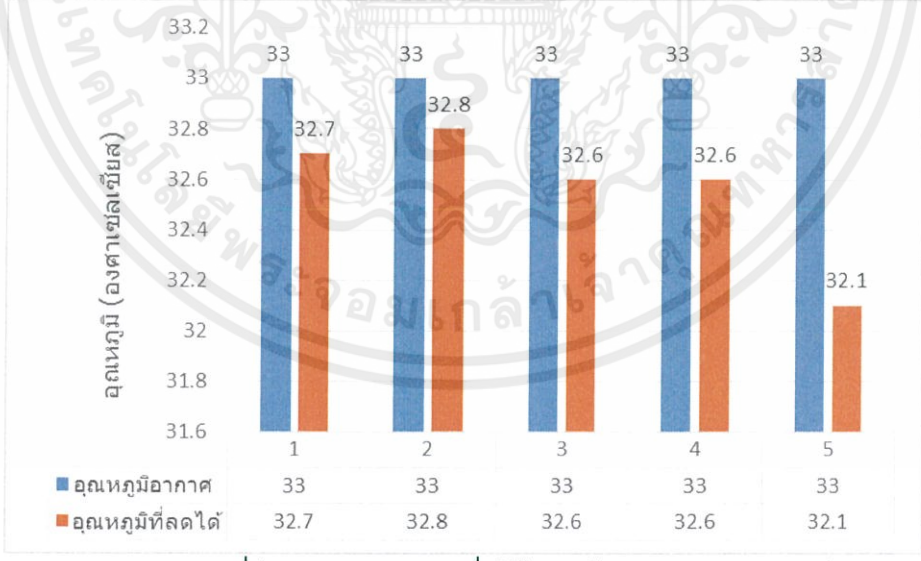
4.1.16 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ถึง 95 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงอุณหภูมลมที่ผ่าน Evaporator เมื่อให้ความร้อนกับ Generator ถึง 95 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิอากาศที่ 30 องศาเซลเซียส

จากกราฟพบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเท่ากับ 27.94 องศาเซลเซียส และมีค่าต่ำสุดคือ 27.6 องศาเซลเซียส ระบบสามรถลดอุณหภูมิลงได้ 2.4 องศาเซลเซียส ซึ่งคิดเป็น 8%

4.1.17 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ถึง 80 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง 33 องศาเซลเซียส

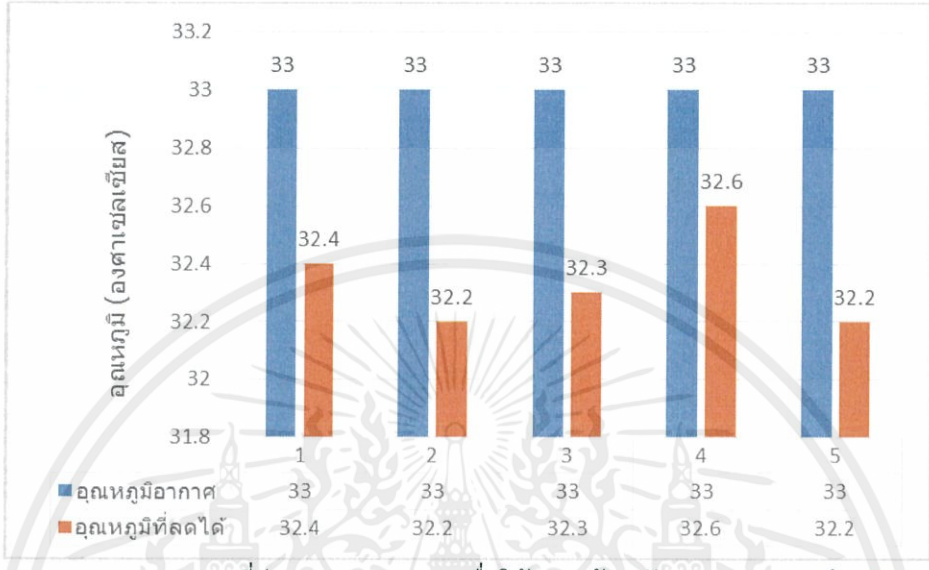


รูปที่ 4.7 กราฟแสดงอุณหภูมลมที่ผ่าน Evaporator เมื่อให้ความร้อนกับ Generator ถึง 80 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟพบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเท่ากับ 32.56 องศาเซลเซียส และมีค่าต่ำสุดคือ 32.1 องศาเซลเซียส ระบบสามรถลดอุณหภูมิลงได้ 0.9 องศาเซลเซียส ซึ่งคิดเป็น 2%

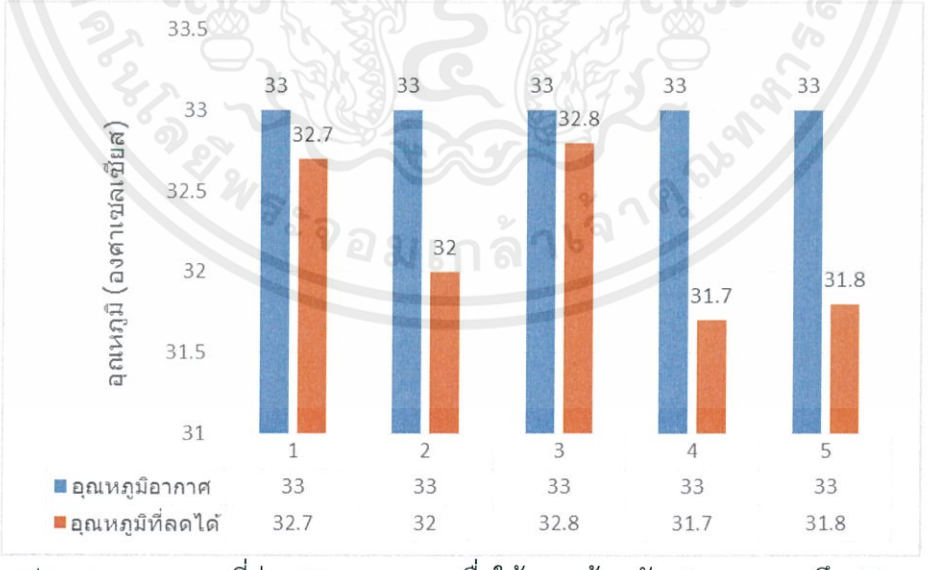
4.1.18 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ถึง 85 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง 33 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงอุณหภูมลมที่ผ่าน Evaporator เมื่อให้ความร้อนกับ Generator ถึง 85 องศาเซลเซียส

จากกราฟพบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเท่ากับ 32.36 องศาเซลเซียส และมีค่าต่ำสุดคือ 32.2 องศาเซลเซียส ระบบสามรถลดอุณหภูมิลงได้ 0.8 องศาเซลเซียส ซึ่งคิดเป็น 2%

4.1.19 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ถึง 90 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง 33 องศาเซลเซียส

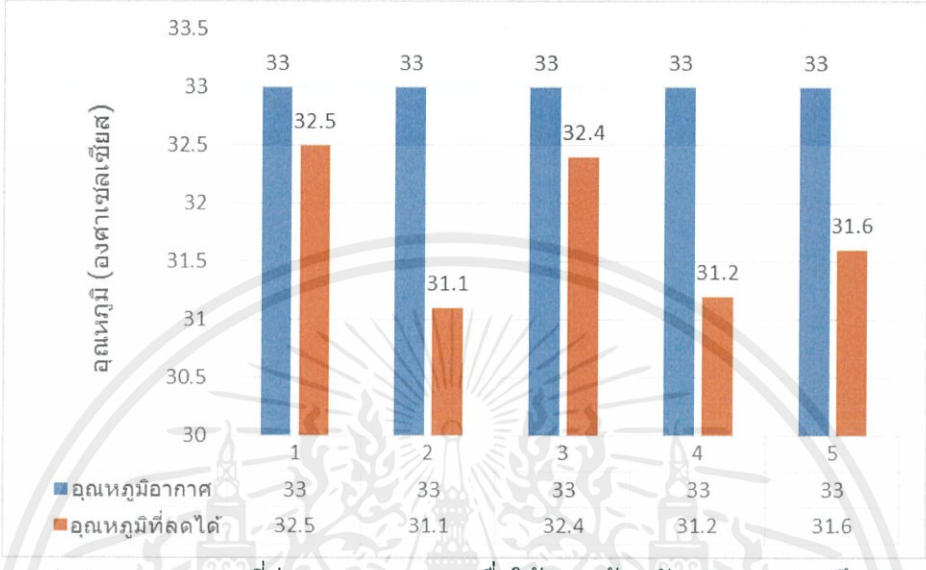


รูปที่ 4.9 กราฟแสดงอุณหภูมลมที่ผ่าน Evaporator เมื่อให้ความร้อนกับ Generator ถึง 90 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟพบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเท่ากับ 32.2 องศาเซลเซียส และมีค่าต่ำสุดคือ 31.7 องศาเซลเซียส ระบบสามรถลดอุณหภูมิลงได้ 1.3 องศาเซลเซียส ซึ่งคิดเป็น 3%

4.1.20 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ถึง 95 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง 33 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงอุณหภูมลมที่ผ่าน Evaporator เมื่อให้ความร้อนกับ Generator ถึง 95 องศาเซลเซียส จากกราฟพบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเท่ากับ 31.76 องศาเซลเซียส และมีค่าต่ำสุดคือ 31.1 องศาเซลเซียส ระบบสามรถลดอุณหภูมิลงได้ 1.9 องศาเซลเซียส ซึ่งคิดเป็น 5%

4.2 บทวิจารณ์

จากการทำการทดลองได้พบ ปัญหาหลายด้านในการทดลองครั้งแรก พบว่ารอยเชื่อมของ Generator เกิดการรั่วที่มุมจากการเชื่อม ทำให้เกิดการรั่วไหลของไอแอลกอฮอลล์ทำให้ศูนย์เสียแรงดันภายในระบบ ส่งผลให้ต้องหยุดการทดลอง และทำการซ่อมรั่ว

การทดลองครั้งที่สองได้พบ Generator เกิดการรั่วที่รอยเดิม จึงหยุดทำการทดลอง และทำการอุดรอยรั่วด้วยการพอกกาวซีเมนต์เหล็ก

การทดลองครั้งที่สามได้พบ การบวมของ Generator และ Absorber เนื่องจากระบบมีแรงดันสูง จึงได้ทำการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้จาก สังกะสี เป็นเหล็กหนา และได้ติดตั้งเกจวัดแรงดัน เพิ่ม

การทดลองครั้งสี่ ในขณะทำการทดลองเมื่อแรงดันภายในระบบสูงถึง 14 psi เกิดการรั่วที่มุม Generator ส่งผลให้แอลกอฮอล์รั่วไปสัมผัสกับไฟที่ทำการเผาไหม้ความร้อน ทำให้เกิดเพลิงไหม้อุปกรณ์จึงทำการดับเพลิงและหยุดการทดลอง และเชื่อมอุดรอยรั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่เจ็ด ในขณะทำการทดลองเมื่อแรงดันภายในระบบสูงถึง 14 psi ได้เกิดการรั่วไหลที่บริเวณรอยต่อของปั้มส่งผลให้หยุดทำการทดลอง เมื่อตรวจสอบพบว่า ข้อต่อบริเวณปั้มเกิดการหักจึงทำการซ่อมโดยการพอกกาวซีเมนต์เหล็ก

การทดลองครั้งที่แปด ในขณะที่ทำการทดลองเมื่อแรงดันภายในระบบสูงถึง 5 psi เกิดการหักของข้อต่อปั้มอีกครั้ง เนื่องจากมีแรงดันส่งผลให้ท่อยางหลุดอกแล้วพ่นแอลกอฮอลล์ ไปสัมผัสกับเปลวไฟที่ทำการเผา จึงเกิดเพลิงไหม้อีกครั้ง ส่งผลให้ท่อยาง ปั้ม และสายไฟ เกิดความเสียหาย จึงทำการเปลี่ยนปั้ม ท่อยาง และซ่อมสายไฟ และเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ปั้ม

จากผลที่กล่าวมาทั้งหมดค่าผลต่างของอุณหภูมินั่นมีน้อยมาก แสดงว่าความสามารถในการลดอุณหภูมินั้นไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ เนื่องจาก Condensor ไม่สามารถลดอุณหภูมิได้ตามที่คาดการณ์ไว้ จึงส่งผลให้ สารทำความเย็นเหลวมีความเย็นไม่เพียงพอที่จะแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศที่ Evaporator เพื่อให้ลมที่ผ่านเย็นได้ตามคาดการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่กล่าวมาทั้งหมดแสดงถึงค่าอุณหภูมิที่สามารถลดได้สูงสุด 2.4 องศาเซลซียสคิดเป็น 8 % จากอุณหภูมิห้อง

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบต้นแบบระบบทำความเย็นแบบดูดซับโดยใช้แหล่งพลังงานความร้อนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรนั้น ยังมีข้อบกพร่องซึ่งจะต้องปรับปรุงดังนี้

5.2.1 แรงดันรั่วไหลจากระบบเนื่องจากแรงดันภายในระบบมีสูง

5.2.2 เมื่อมีการรั่วไหลมีความเสี่ยงเกิดไฟไหม้สูงควรป้องกันเหตุเพลิงไหม้

5.2.3 ระบบทำงานไม่ต่อเนื่องเนื่องจากการเติมเชื้อเพลิงและการควบคุมอุณหภูมิเป็นแบบแมลนวล

5.2.4 ควรความเพิ่มขนาดของ Condenser ให้เพียงพอต่อความต้องการของระบบ

5.2.5 ควรเลือกปั๊มที่มีความแข็งแรงและสามารถทนต่อแรงดันภายในระบบได้ดี

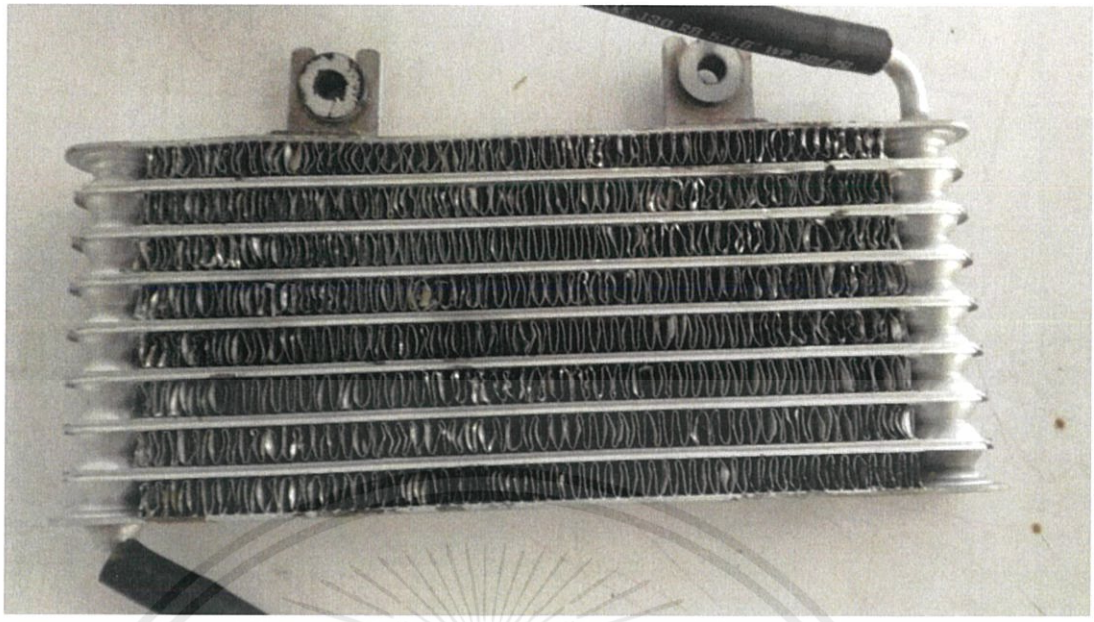
5.2.6 ควรแบ่งห้องหรือป้องกันลมร้อนและไอร้อนจาก การเผามาปนกับลมที่จะผ่าน Evaporator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

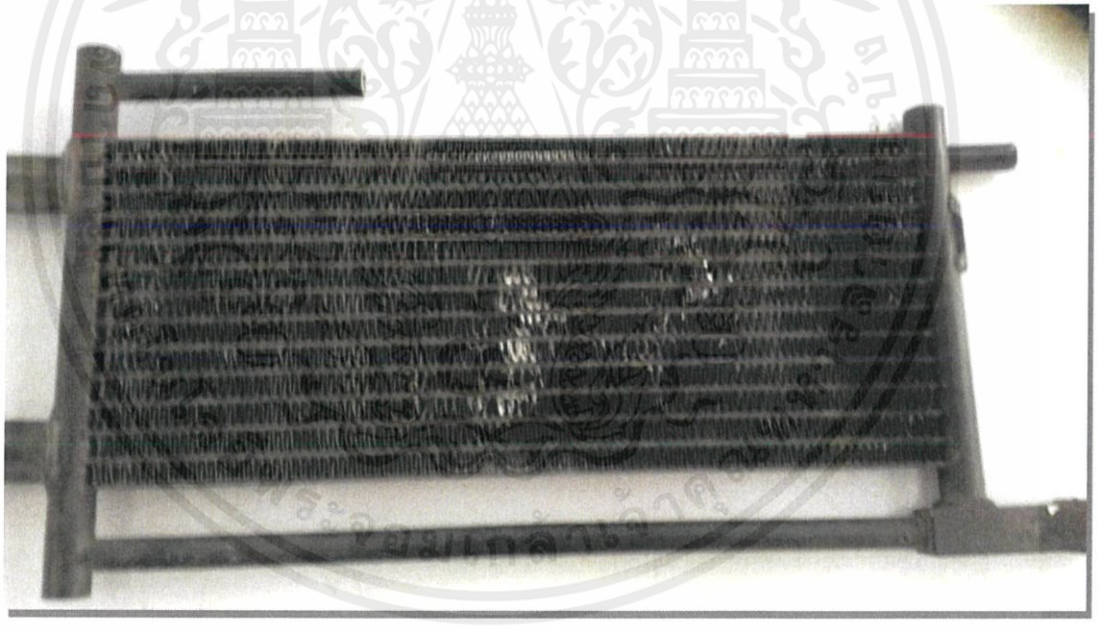
ภาคผนวกภาค ก

ภาพอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

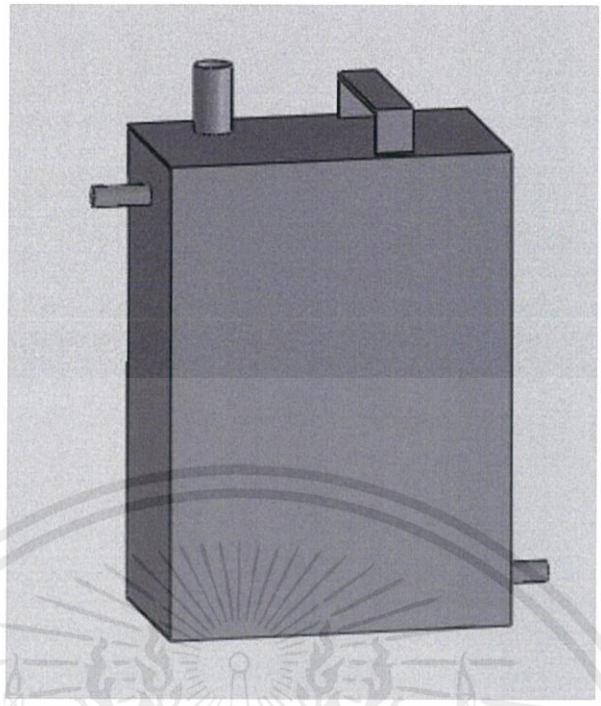


รูป ก.1 Condenser



รูป ก.2 Evaporator

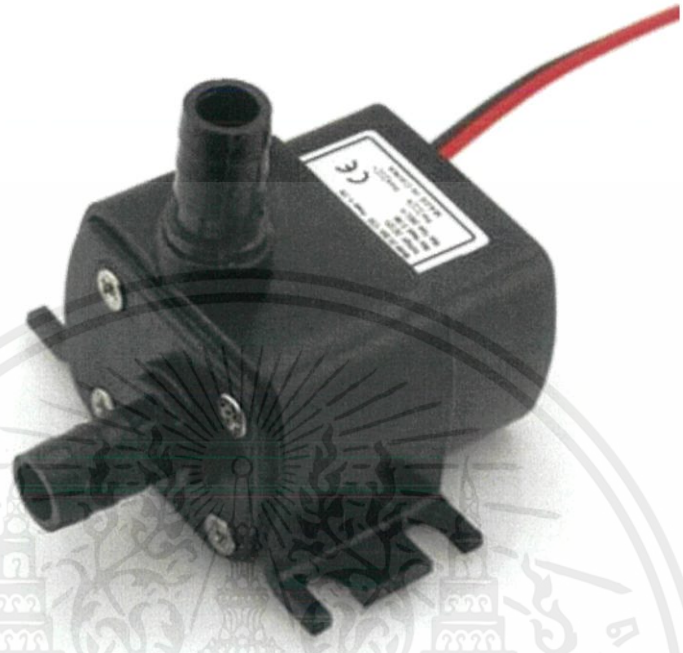
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ก.3 Absorber

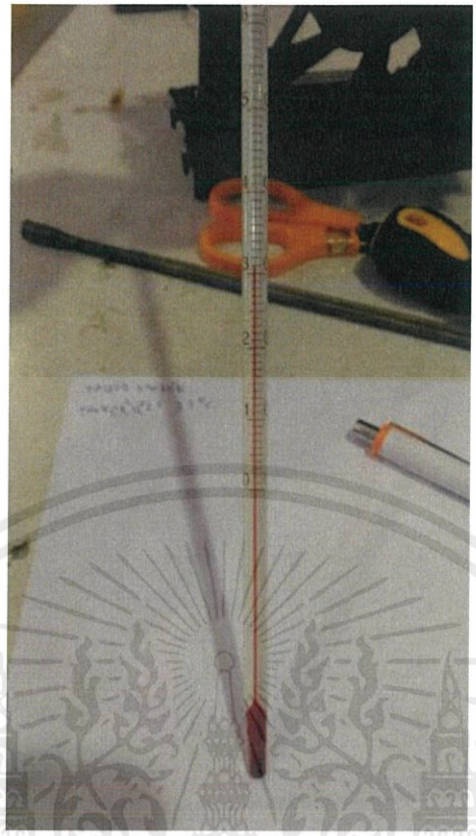
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป ก.4 Generator



รูป ก.5 Pump

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ก.6 Thermometer

รูป ก.7 Fan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

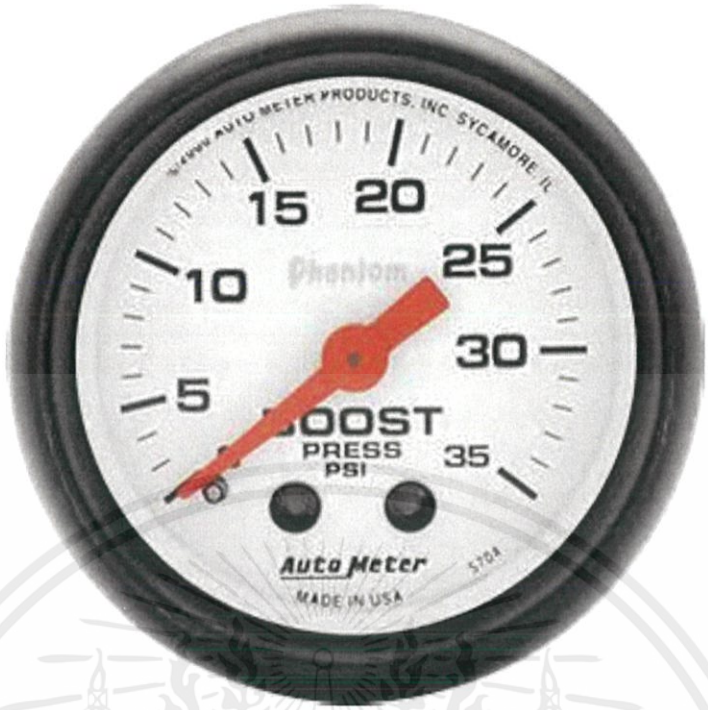
รูป ก.8 Anemometer

รูป ก.9 Temp gun

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป ก.10 Water temp gauge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



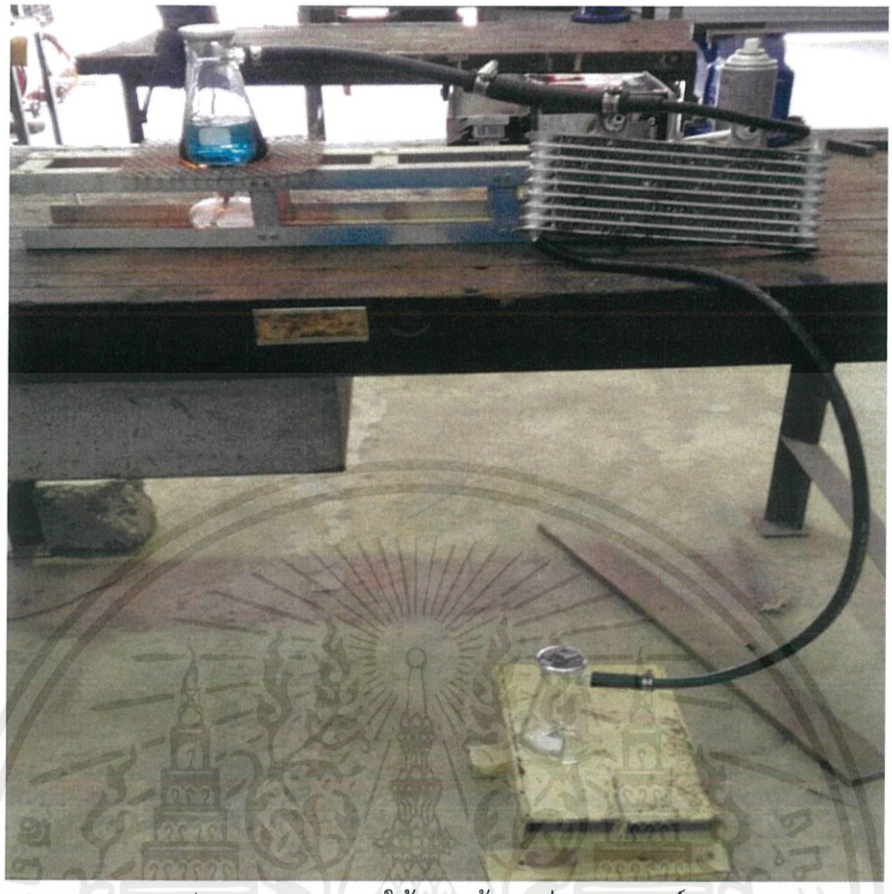
รูป ก.11 Pressure gauge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกภาค ข

ขั้นตอนการทดลอง

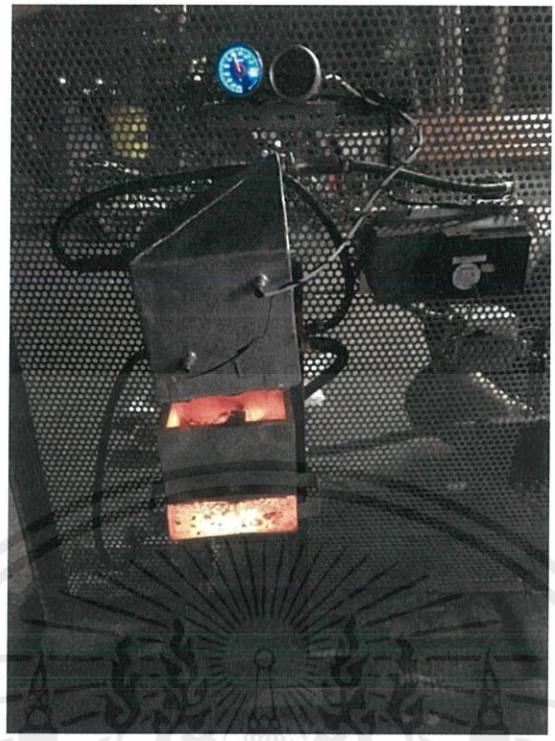
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



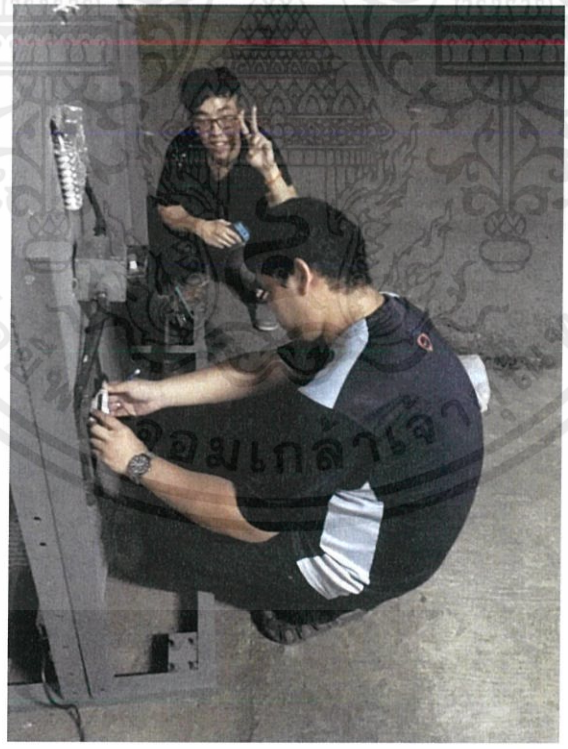
รูป ข.1 ทดสอบการให้ความร้อนแก่แอลกอฮอล์

รูป ข.2 การต้มแอลกอฮอล์ด้วยตะเกียงแอลกอฮอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

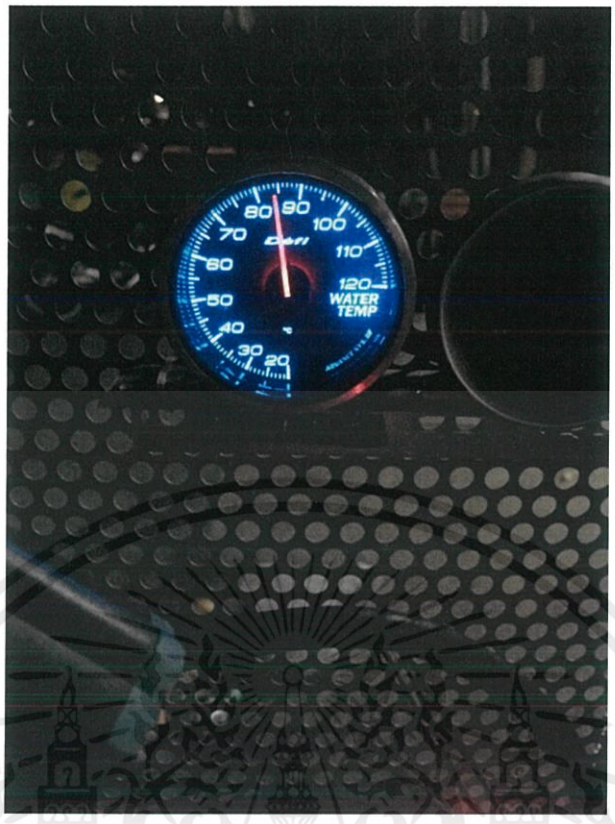


รูป ข.3 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส



รูป ข.4 การวัดอุณหภูมิลมด้วย Anemometer

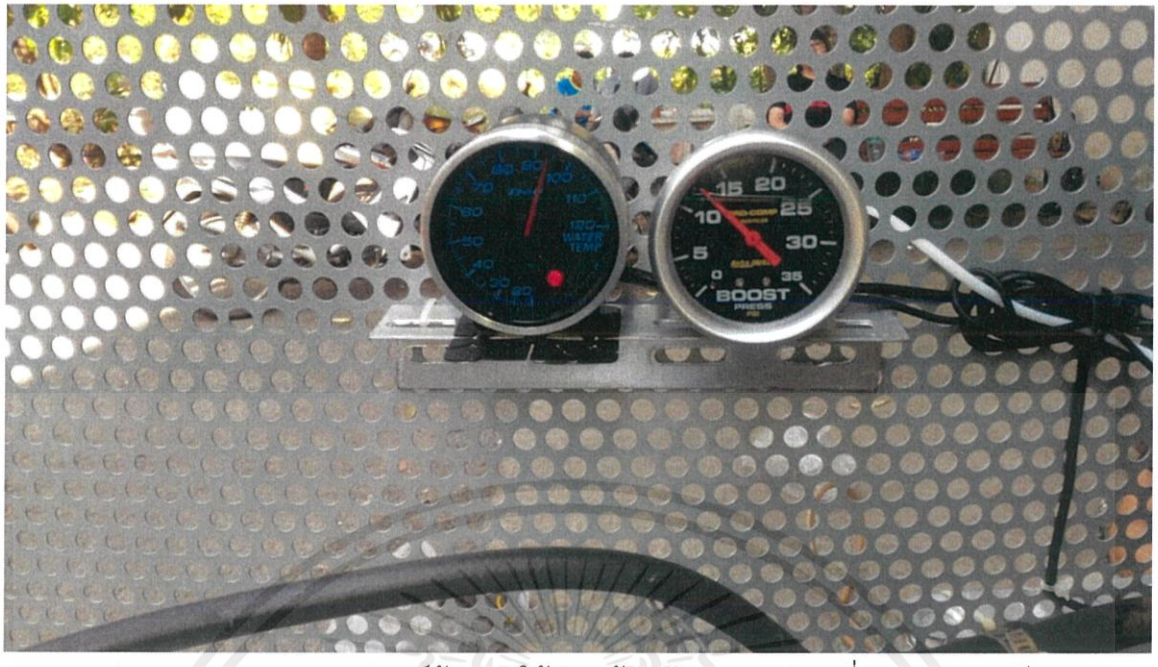
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



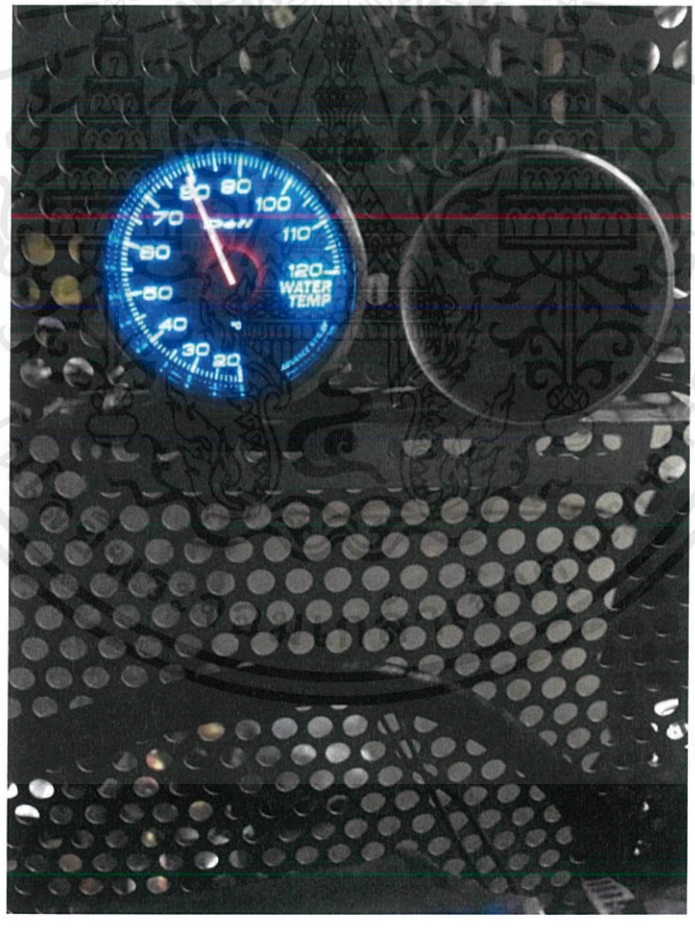
รูป ข.5 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 85 องศาเซลเซียส

รูป ข.6 เริ่มต้นทดสอบระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ข.7 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 95 องศาเซลเซียส



รูป ข.8 การทดสอบชุดอุปกรณ์ด้วยการให้ความร้อนกับ Generator ที่ 80 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

Aemarine. (2012). ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ. 2555.
http://refrigerations.blogspot.com/?view=flipcard

iEnergyGuru. (2012). ปั๊ม. 2555.
http://ienergyguru.com/2015/09/pump/

Krusinchai. (2011). ความร้อนและอุณหภูมิ. 2554.
https://krusinchai.files.wordpress.com/2011/12/e0b89ae0b897e0b897e0b8b5e0b98810e0b884e0b8a7e0b8b2e0b8a1e0b8a3e0b989e0b8ade0b8991.pdf

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2004) หลักการ/การอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ. 2547.
http://ienergyguru.com/2015/09/absorption-refrigeration-system/

ทนงศักดิ์ วัฒนา. (2007). ระบบทำความเย็นแบบดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์ 2550.
http://thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=12493

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2014). ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง. 2557.
http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Energy_Conservation_in_Industrial_Plant/table/table5.html

วิรัช มณีสาร, เรือโท. (1995). ภูมิอากาศของประเทศไทย. 2538.
https://www.tmd.go.th

สตรีอ่างทอง. (2012). ความร้อน. 9 กันยายน 2555.
http://www.sa.ac.th/winyoo/thermo_gas/Thermal/thermal.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้