

การเพิ่มสมรรถนะของระบบปรับอากาศ
โดยอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนลิควิดอินเตอร์คูลเลอร์
Performance improvement of air condition system
Liquid intercooler heat exchanger

พูนพงศ์ สวาสดิพันธ์* อ่ำไพศักดิ์ ธิบุญมา และ ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190, *email:luechai36@hotmail.com

Poonpong Swatdepan, Umphisak Teeboonma and Chawalit Thinvongpituk
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University,
Ubon Ratchathani, 34190, Thailand.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะ เครื่องปรับอากาศอัดไอน้ำแบบธรรมดา กับ เครื่องปรับอากาศอัดไอน้ำแบบธรรมดาที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนลิควิดอินเตอร์คูลเลอร์ โดยแบ่งสารทำความเย็นส่วนหนึ่ง มาใช้ลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าอีวาพอเรเตอร์ สำหรับพารามิเตอร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องปรับอากาศ ได้แก่ สัมประสิทธิ์สมรรถนะ และอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน จากการทดลองพบว่า เครื่องปรับอากาศใช้อัดไอน้ำแบบธรรมดาที่ใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้ลิควิดอินเตอร์คูลเลอร์ สามารถเพิ่มสัมประสิทธิ์สมรรถนะและประสิทธิภาพพลังงาน ซึ่งมีค่ามากกว่าระบบธรรมดาโดยเฉลี่ยประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : การปรับอากาศ / การประหยัดพลังงาน

Abstract

The objective of this work was to comparatively study the performance of air conditioning unit between the conventional vapor compression and the conventional vapor compression with using liquid intercooler by another part of refrigerant for decreasing the refrigerant temperature before flow in an evaporator. The criteria for evaluating the performance of air conditioning unit were coefficient of performance and energy efficiency ratio. From experimental results, it was found that the coefficient of performance (COP) and energy efficiency ratio (EER) of the conventional vapor compression

with using liquid intercooler are approximately 22 % higher than that of the conventional vapor compression system.

Keywords: Air conditioning / Energy saving

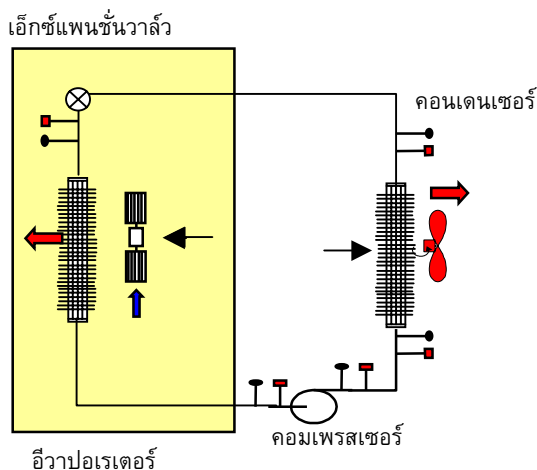
1. บทนำ

การปรับอากาศ (Air Conditioning) เป็นกระบวนการควบคุมสภาวะอากาศ ให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน ประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 30 °C และความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70-80 % ระบบปรับอากาศ จึงเข้ามามีบทบาท ในการควบคุมให้สภาพอากาศ ให้มีอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม โดยที่ระบบปรับอากาศ จะใช้พลังงานไฟฟ้า ประมาณ 50-70 % ของพลังงานที่ใช้ในอาคารทั้งหมด วิธีการเพิ่มค่าสมรรถนะ ของระบบปรับอากาศ เป็นวิธีหนึ่งสำหรับการลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ การติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำงานเป็นของเหลวด้านความดันสูงกับไอน้ำด้านความดันต่ำ ก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์ สามารถเพิ่มสัมประสิทธิ์สมรรถนะเครื่องทำความเย็นได้ [1] และการติดตั้งอุปกรณ์ LLSL-HX เข้าไปในระบบปรับอากาศ โดยการนำเอาสารทำความเย็นสถานะของเหลวจากคอนเดนเซอร์ มาแลกเปลี่ยนความร้อนกับไอน้ำทำความเย็นจากอีวาพอเรเตอร์ จากการทดลองพบว่าการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าว สามารถเพิ่มค่าสมรรถนะของระบบได้เช่นกัน[2]

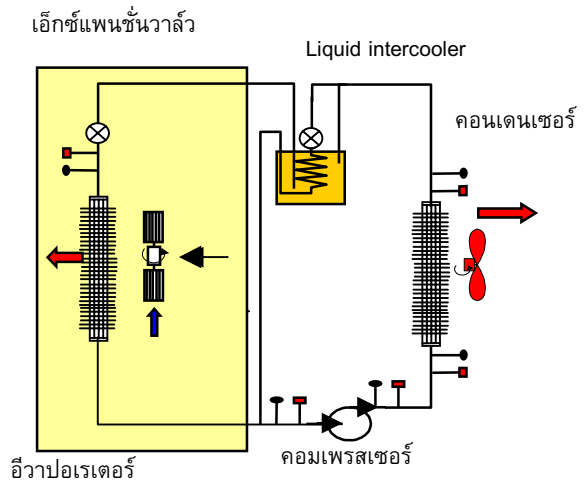
ในส่วนของงานวิจัยนี้ให้ความสนใจวิธีการประหยัดพลังงาน โดยใช้อุปกรณ์ลิควิดอินเตอร์คูลเลอร์ มาลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าอีวาพอเรเตอร์ โดยการแบ่งสารทำความเย็นจำนวนหนึ่ง มาผ่านชุดอินเตอร์คูลเลอร์ เพื่อรับความร้อนจากสารทำความเย็น ก่อนเข้าอีวาพอเรเตอร์ ซึ่งมีผลทำให้สมรรถนะของระบบเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับระบบปรับอากาศแบบธรรมดา

2. อุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ใช้ลิควิดอินเตอร์คูลเลอร์ มีส่วนประกอบหลักเหมือนกับเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดา แต่ที่แตกต่างคือจะเพิ่มระบบระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นก่อนเข้าอีวาพอเรเตอร์ โดยแบ่งสารทำความเย็นสถานะของเหลวส่วนหนึ่ง ซึ่งยังมีความดันสูงและอุณหภูมิสูงอยู่ จะไปลดความดันโดยผ่านเอ็กซ์แพนชันวาล์ว พร้อมกับรับความร้อนจากสารทำความเย็นก่อนเข้าอีวาพอเรเตอร์ และเปลี่ยนสถานะเป็นไอ หลังจากนั้นไอสารทำความเย็นจะเคลื่อนตัวไปรวมกับสารทำความเย็นสถานะไอที่ออกจากอีวาพอเรเตอร์ หรือก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์ต่อไป [3] ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดา (ระบบที่ 1) แสดงในรูปที่ 1 ในส่วนของระบบที่ติดตั้งลิควิดอินเตอร์คูลเลอร์ (ระบบที่ 2) มีลักษณะการติดตั้งดังแสดงในรูปที่ 2



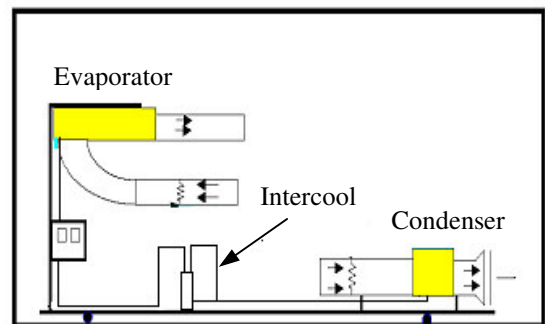
รูปที่ 1 แสดงเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดา (ระบบที่ 1)



รูปที่ 2 เครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ใช้ ลิควิดอินเตอร์คูลเลอร์ (ระบบที่ 2)

2.1 เครื่องทดลอง

เครื่องทดลองประกอบด้วยเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอ ขนาด 1 ตัน ติดตั้งบนแท่นเคลื่อนที่ได้ ควบคุมอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์และอีวาพอเรเตอร์ และติดตั้งเครื่องวัดความดันจำนวน 6 จุด วัดอุณหภูมิ จำนวน 12 จุด วัดกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ลักษณะของห้องทดลองและตำแหน่งวัดค่าต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3 และ รูปที่ 1



รูปที่ 3 ชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องปรับอากาศ

2.2 วิธีการทดลอง

การทดลองจะควบคุมอุณหภูมิเข้าคอนเดนเซอร์และอีวาพอเรเตอร์ ให้อยู่ที่ 30 °C และเดินเครื่องให้อยู่ในสภาวะคงตัว ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิจำนวน 12 จุดโดยเครื่องบันทึกค่าอุณหภูมิ ที่จุดต่างๆ ทุก 1 นาที ความชื้น ความเร็วอากาศ ความดันและกำลังไฟฟ้า ที่ใช้ ทุกๆ 5 นาที ใช้เวลาในการเดินเครื่อง

ปรับอากาศนาน 2 ชั่วโมง พิจารณาค่าในช่วง 1 ชั่วโมง มาวิเคราะห์พลังงาน

2.3 การวิเคราะห์พลังงาน

การวิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะของระบบก่อนและหลังใช้อุปกรณ์เสริม จะใช้สมการดังต่อไปนี้

ปริมาณความร้อนที่ระบายออกที่คอนเดนเซอร์หาจากสมการ

$$Q_{cond.} = m_c (h_{ci} - h_{co}) \quad (1)$$

$Q_{cond.}$ = ปริมาณความร้อนที่ระบายออก, kW

m_c = อัตราการไหลเชิงมวลอากาศที่ผ่านคอนเดนเซอร์, kg/s

h = เอนทัลปี, kJ/kg

ปริมาณความร้อนที่รับเข้าที่อีวาพอเรเตอร์ หาจาก

$$Q_{evap.} = m_e (h_{ei} - h_{eo}) \quad (2)$$

สัมประสิทธิ์สมรรถนะหาค่าจากสมการ

$$COP = \frac{Q_{evap.}}{W_{comp.}} \quad (3)$$

COP = สัมประสิทธิ์สมรรถนะ

$Q_{evap.}$ = ปริมาณความเย็นที่ได้, kW

$W_{comp.}$ = กำลังงานคอมเพรสเซอร์, kW

การหาค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

$$EER = \frac{\text{Cooling output}}{\text{Power input}} \quad (4)$$

EER = อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน Btu/hr.W

Cooling out = ความเย็นที่ได้, Btu/hr

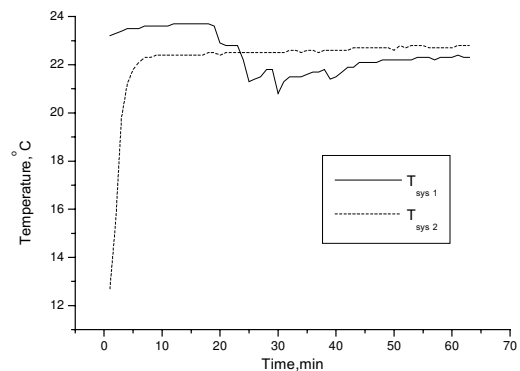
Power input = กำลังงานไฟฟ้าที่ใช้, W

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องปรับอากาศทั้งสองนั้น ได้ทำการทดลอง โดยทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ ที่จุดต่างๆ ทุก 1 นาที ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วอากาศ ความดันและกำลังไฟฟ้า ที่ใช้ ทุกๆ 5 นาที ใช้เวลาในการเดินเครื่องปรับอากาศนาน 1 ชั่วโมง

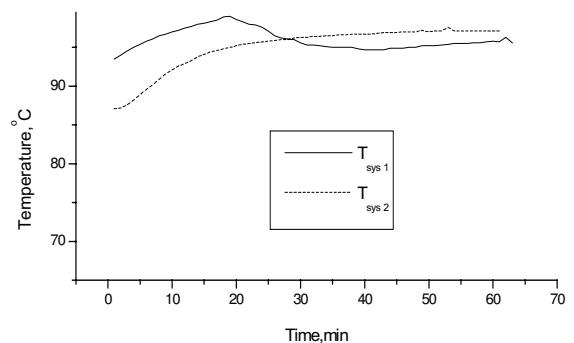
รูปที่ 4 แสดงค่าอุณหภูมิเข้าคอมเพรสเซอร์ จากการทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 ระบบ พบว่าเครื่องปรับอากาศระบบที่ 1 จะมีอุณหภูมิสูงกว่าระบบที่ 2 เมื่อเริ่มต้นทำงาน หลังจากทำงานผ่านไปประมาณ 20 นาที อุณหภูมิจะมีค่าต่ำกว่าระบบที่ 2

ประมาณ 20 นาที อุณหภูมิจะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิระบบที่ 2 โดยที่อุณหภูมิเข้าคอมเพรสเซอร์ของระบบที่ 2 จะมีค่าคงที่ตลอดการทำงาน โดยมีอุณหภูมิประมาณ 22 °C เนื่องมาจากสารทำความเย็นส่วนหนึ่งถูกแบ่งมาลดความดันโดยเอ็กซ์แพนชันวาล์ว ที่ชุดลิขิตวีนเตอร์คูเลอร์และรับความร้อนจากสารทำความเย็นก่อนเข้าอีวาพอเรเตอร์ ในสภาวะไอ ซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าแบบที่ 1 แสดงให้เห็นว่าเครื่องปรับอากาศระบบที่ 2 สารทำความเย็นมีอุณหภูมิเข้ามีค่าต่ำกว่าในช่วง 20 นาทีและหลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นและคงที่ตลอดการทำงานและสูงกว่าแบบที่ 1 ประมาณ 1 °C

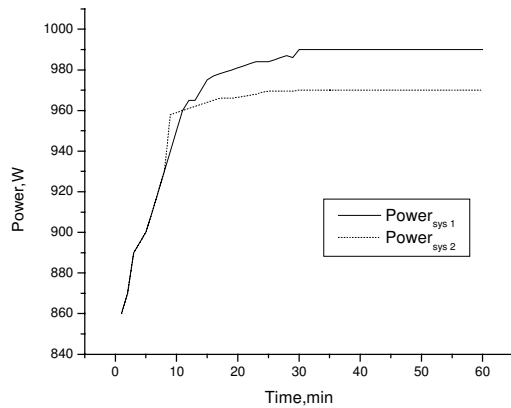


รูปที่ 4 เปรียบเทียบอุณหภูมิของสารทำความเย็นทางเข้าคอมเพรสเซอร์

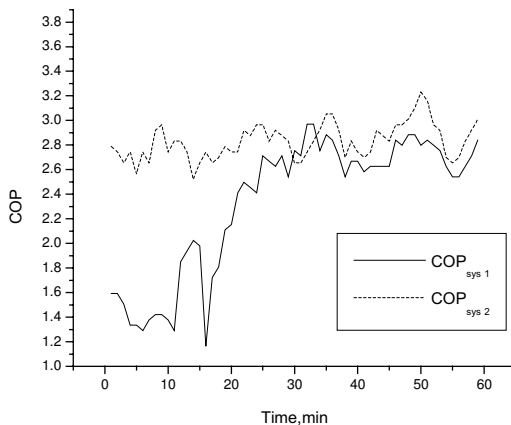
รูปที่ 5 แสดงค่าอุณหภูมิทางออกคอมเพรสเซอร์ จากการทดลอง พบว่าเครื่องปรับอากาศระบบที่ 1 จะมีอุณหภูมิสูงกว่าระบบที่ 2 เมื่อเริ่มต้นทำงาน หลังจากทำงานผ่านไปประมาณ 20 นาที อุณหภูมิจะมีค่าต่ำกว่าระบบที่ 2



รูปที่ 5 เปรียบเทียบอุณหภูมิออกจากคอมเพรสเซอร์



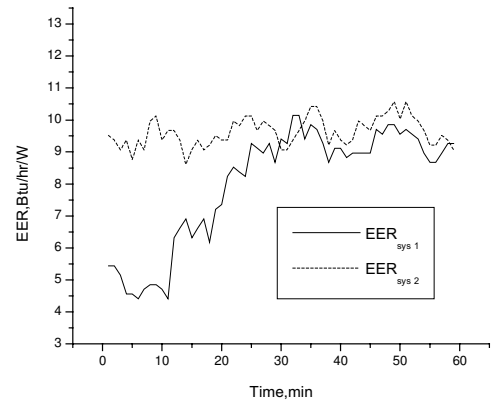
รูปที่ 6 เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ในคอมเพรสเซอร์



รูปที่ 7 เปรียบเทียบค่า COP ของเครื่องปรับอากาศ

รูปที่ 6 เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้สำหรับคอมเพรสเซอร์ พบว่าในขณะที่เริ่มต้นทำงาน การใช้พลังงานสำหรับคอมเพรสเซอร์ ของทั้งสองระบบจะมีลักษณะคล้ายกันคือพลังงานที่ใช้จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นหลังจากเริ่มเดินเครื่องปรับอากาศ และจะมีค่าคงที่หลังเดินเครื่องได้ประมาณ 30 นาที โดยที่ระบบที่ 2 จะใช้พลังงานน้อยกว่าระบบที่ 1 ประมาณ 20 วัตต์

รูปที่ 7 ในการทดลองเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเครื่องปรับอากาศระหว่างระบบที่ 1 กับระบบที่ 2 พบว่าระบบที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะสูงกว่าระบบที่ 1 และค่อนข้างคงที่ ตลอดการทดลอง เนื่องมาจากอุปกรณ์ลิฟต์วาล์วอินเทอร์คูลเลอร์ สามารถลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าอีวาพอเรเตอร์ได้ในทันที เมื่อระบบเริ่มต้นทำงาน โดยสัมประสิทธิ์สมรรถนะมีค่าประมาณ 2.8 สำหรับเครื่องปรับอากาศระบบที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะในช่วงเริ่มต้นทำงานมีค่าน้อยกว่า และมีค่าใกล้เคียงกันหลังทำงานไปแล้วประมาณ 30 นาที



รูปที่ 8 เปรียบเทียบค่า EER ของเครื่องปรับอากาศ

รูปที่ 8 เปรียบเทียบค่า EER ของเครื่องปรับอากาศระบบที่ 1 และระบบที่ 2 จากกราฟจะสังเกตเห็นว่า ค่า EER ของทั้งสองกรณีมีความแตกต่างกันในช่วงเครื่องปรับอากาศเริ่มทำงาน และหลังจากเครื่องทำงานประมาณ 30 นาที ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะจะต่างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยระบบที่ 2 จะมีค่ามากกว่าเล็กน้อย มีค่าเฉลี่ยอยู่ประมาณ 9.5 Btu/hr.W

จากผลการทดลอง ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบที่ 2 มีค่าสูงกว่าระบบที่ 1 ตอนเริ่มต้นหลังจากทำงานผ่านไป 20 นาที จะมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนค่า EER ของระบบจะมีลักษณะคล้ายกัน ถึงแม้ว่าค่าพลังงานที่ใช้ที่คอมเพรสเซอร์จะมีค่าน้อยกว่า แต่ค่าการรับความร้อนที่อีวาพอเรเตอร์มีปริมาณลดลง การติดตั้งลิฟต์วาล์วอินเทอร์คูลเลอร์เข้าไปในระบบปรับอากาศ จะมีผลดีในช่วงเริ่มต้นทำงานประมาณ 20 นาที ซึ่งการทำงานดังกล่าวจะมีประโยชน์เมื่อระบบมีการหยุดทำงาน เนื่องจากการควบคุมอุณหภูมิในห้องโดยเทอร์โมสแตท และเริ่มต้นทำงานอีกครั้งเมื่ออุณหภูมิในห้องเพิ่มขึ้น

4. สรุป

บทความนี้นำเสนอผลการศึกษการเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดา กับเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งลิฟต์วาล์วอินเทอร์คูลเลอร์ เพื่อลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าอีวาพอเรเตอร์ โดยให้ระบบทำงาน 1 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่าเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ติดตั้งลิฟต์วาล์วอินเทอร์คูลเลอร์ ให้ค่าเฉลี่ย COP เท่ากับ 2.8 และค่า EER เท่ากับ 10.53 ซึ่งในช่วง 20 นาทีเมื่อเครื่องเริ่มต้นทำงานจะมีค่าดังกล่าวสูงกว่าระบบธรรมดาประมาณ 22%

5.กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่
สนับสนุนงบประมาณ เพื่อส่งเสริมงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Hu, S.S, and Huang, B.J., 2005, Study of a high efficiency
residential split water-cooled air conditioner, Applied
Thermal engineering, Vol. 25, pp.599–1613.
- [2] Domanski PA, Didion DA, and Doyle JP., 1994. Evaluation of
suction-line/liquid-line heat exchange in the refrigeration cycle.
Rev Int Froid, Vol. 7, pp. 487-93.
- [3] ASHRAE Handbook Fundamentals SI Edition.,1993.American
Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning
Engineers Inc., Atlanta, USA