ระบบปรับอากาศร่วมระหว่างแบบอัดไอกับแบบระเหย

วีระวุฒิ อรุณวรรธนะ[1*], ปิยะศักดิ์ พรมภักดี[2] และประมูล คำสมัย[2]

Arunwattana, W.[1], Prompukdee, P.[2], and Khamsamai, P.[2] (2004).* **The Combined Air-conditioning System Between the Vapor Compression and the Evaporative Cooling System.** *Suranaree J. Sci. Technol. 11:159-165.*

Received: Apr 6, 2004; Revised: Jun 28, 2004; Accepted: Jul 14, 2004

Abstract

Improvement of an air-conditioning system was investigated. A combined air-conditioning system consising of a vapor compression and the modified drip type cooler of direct evaporative cooling system was designed and buit. The testing room had a 12,500 Btu/h cooling load. The designed system increased the performance of the vapor compression cycle by reducing the temperature of the air environment near the condenser using the water evaporative cooling system. A wall of the testing room exposed to the sun radiation was cooled by the water coming out of the evaporative unit. The experimental results showed that the coefficient of performance (COP) and the energy efficiency ratio (EER) of the combined air-conditioning system were about 5 and 13.7, respectively. The COP and the EER of the new system were higher than those of a vapor compression system about 41% and 46%, respectively.

Keywords: Evaporative cooling system, combined air-conditioning system

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงสมรรถนะการทำงานของระบบปรับอากาศ โดยการศึกษาครั้งนี้ได้นำเอาระบบปรับอากาศแบบอัดไอขนาดการทำความเย็น 12,500 บีทียูต่อชั่วโมง มาทำงานร่วมกับระบบปรับอากาศแบบระเหยซึ่งดัดแปลงมาจากชนิดแบบน้ำหยด ซึ่งเรียกระบบปรับอากาศใหม่แบบนี้ว่า "ระบบปรับอากาศร่วมระหว่างแบบอัดไอกับแบบระเหย" โดยระบบปรับอากาศแบบระเหยจะทำงานโดยปรับอุณหภูมิของอากาศที่จะไประบายความร้อนออกที่ชุดคอนเดนเซอร์ในระบบปรับอากาศแบบอัดไอให้มีอุณหภูมิต่ำลง และนำน้ำที่ผ่านกระบวนการระเหยไปดึงความร้อนออกจากผนังห้องในส่วนที่รับรังสีอาทิตย์มากที่สุด คือ ผนังห้องด้านทิศใต้ แล้วทำการทดสอบสมรรถนะของระบบปรับอากาศร่วมนี้

---

[1] *อาจารย์ กลุ่มวิจัยพลังงานและการประหยัดพลังงาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150 โทรศัพท์ 0-4375-4321-40 ต่อ 1117 โทรสาร 0-4375-4247 E-mail: we_thermal@hotmail.com*

[2] *นิสิตปริญญาตรี สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*

[*] *ผู้เขียนที่ให้การติดต่อ*

ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์แสดงสมรรถนะ (COP) และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (EER) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์แสดงสมรรถนะเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 5 และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงานเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 13.7 บีทียูต่อชั่วโมงต่อวัตต์ และเมื่อเปรียบเทียบกับระบบปรับอากาศแบบอัดไอเพียงอย่างเดียวพบว่าระบบปรับอากาศร่วมนี้มีค่าสัมประสิทธิ์แสดงสมรรถนะเฉลี่ยสูงกว่า 41 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าอัตราสวนประสิทธิภาพการใช้พลังงานเฉลี่ยสูงกว่า 46 เปอร์เซ็นต์

บทนำ

ในช่วงปีที่ผ่านมาประเทศไทยมีการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมสูงขึ้นมาโดยตลอด และแนวโน้มการใช้พลังงานในอนาคตนับวันจะสูงขึ้น (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน 2545) ดังนั้นหากประเทศไทยไม่มีการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานอย่างจริงจังที่ต่อเนื่องและยั่งยืน โอกาสการแข่งขันในตลาดสากลของประเทศจะลดน้อยลงไปเรื่อย ๆ เนื่องจากต้นทุนการผลิตที่สูงยากต่อการฟื้นฟูเศรษฐกิจของชาติและประชาชน รัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมการประหยัดพลังงานอย่างจริงจังและเร่งด่วน มาตรการหนึ่งที่รัฐบาลใช้คือ การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอุปกรณ์

เนื่องจากภูมิประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตร ทำให้ภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้นเกือบทั้งปี ดังนั้นการปรับอากาศจึงถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง และพบว่าระบบปรับอากาศแบบอัดไอชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศมีการใช้อย่างแพร่หลาย และมีอัตราการใช้พลังงานที่สูงโดยเฉพาะในอาคารธุรกิจและที่อยู่อาศัย (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2545) โดยปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ อุณหภูมิ ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นในปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้า (Ang *et al.*, 1992) เนื่องมาจากการทำงานของระบบปรับอากาศมีสมรรถนะต่ำเพราะอากาศแวดล้อมที่ใช้ในการระบายความร้อนออกมีอุณหภูมิสูง และมีการเปลี่ยนแปลงมากในแต่ละวัน ประกอบกับภาระความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามาทางหลังคาและผนังมีค่าสูง

ก่อนหน้านี้ได้มีงานวิจัยเพื่อปรับปรุงการระบายความร้อนออกที่คอนเดนเซอร์ในระบบปรับอากาศแบบอัดไอขนาดการทำความเย็น 12,000 บีทียูต่อชั่วโมง วีระวุฒิ อรุณวรรธนะ, (2543) โดยได้ดัดแปลงระบบปรับอากาศแบบระเหยชนิดน้ำหยดมาใช้ในการปรับอุณหภูมิอากาศแวดล้อมก่อนที่จะนำไปใช้ในการระบายความร้อนออกที่คอนเดนเซอร์พบว่า ในช่วงกลางวันระบบปรับอากาศมีค่าสัมประสิทธิ์แสดงสมรรถนะ (COP) และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (EER) สูงขึ้นจากระบบที่ยังไม่ได้ปรับปรุงโดยเฉลี่ย 8.5 เปอร์เซ็นต์ และ 8.2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ในรายงานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการปรับปรุงงานวิจัยของ วีระวุฒิ อรุณวรรธนะม (2543) โดยได้นำเอาประโยชน์ในส่วนของน้ำที่ผ่านกระบวนการระเหยมาใช้ในการดึงความร้อนออกที่ผนังห้องด้านนอกเพื่อลดภาระความร้อนของระบบปรับอากาศ ซึ่งในระบบเดิมจะใช้น้ำเฉพาะในกระบวนการระเหยของน้ำเท่านั้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศและเพื่อประหยัดพลังงานให้สูงขึ้นกว่าเดิม และเป็นแนวทางในการประหยัดพลังงานในการนำมาประยุกต์ใช้งานได้จริงต่อไป

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบปรับอากาศแบบอัดไอ

ระบบปรับอากาศแบบอัดไอเป็นระบบปรับอากาศที่นิยมใช้มากที่สุดในประเทศไทย โดยเฉพาะระบบปรับอากาศแบบอัดไอชนิดแยกส่วนที่ระบายความร้อนด้วยอากาศมีการใช้อย่างแพร่หลาย

ในอาคารธุรกิจและอาคารที่พักอาศัย ดรรชนีที่แสดงถึงความสามารถในการทำงานของระบบปรับอากาศที่นิยมใช้คือ ค่าสัมประสิทธิ์แสดงสมรรถนะ (COP) และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (EER) มีสมการในการคำนวณหาดังสมการที่ (1) และสมการที่ (2) ตามลำดับ

$$\text{COP} = \frac{\text{พลังงานความร้อนที่ได้รับประโยชน์จากระบบ (กิโลวัตต์)}}{\text{พลังงานกลที่ป้อนเข้าสู่ระบบ (กิโลวัตต์)}} \quad (1)$$

และ

$$\text{EER} = \frac{\text{ความสามารถในการทำความเย็นของระบบ (บีทียูต่อชั่วโมง)}}{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ป้อนเข้าสู่ระบบ (วัตต์)}} \quad (2)$$

ระบบทำความเย็นแบบระเหย

ระบบทำความเย็นแบบระเหยเป็นระบบทำความเย็นที่รู้จักและใช้กันมานาน ซึ่งยังใช้อยู่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่ในประเทศไทยจะใช้เกี่ยวกับการเกษตรและการเลี้ยงสัตว์ จะไม่นิยมนำมาปรับอากาศเพื่อความสบายกับมนุษย์ เนื่องจากอากาศที่ได้จะมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ระบบนี้ลดอุณหภูมิอากาศโดยอาศัยการระเหยของน้ำ เมื่ออากาศเคลื่อนที่ผ่านน้ำ น้ำจะดึงความร้อนจากอากาศในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอที่ความดันต่ำ ทำให้อากาศมีอุณหภูมิลดลงและความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบระเหย โดยทั่วไปจะแสดงอยู่ในรูปของประสิทธิภาพอิ่มตัว (Saturating Efficiency) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างอุณหภูมิที่ลดได้จริงของระบบต่ออุณหภูมิที่ลดได้ตามทฤษฎี เขียนสมการได้ดังสมการที่ 3

$$\varepsilon = \frac{T_{dbin} - T_{dbout}}{T_{dbin} - T_{wbin}} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ ε = ประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบระเหย, เปอร์เซ็นต์

T_{dbin} = อุณหภูมิกระเปาะแห้งก่อนผ่านระบบทำความเย็นแบบระเหย, องศาเซลเซียส

T_{dbout} = อุณหภูมิกระเปาะแห้งก่อนผ่านระบบทำความเย็นแบบระเหย, องศาเซลเซียส

T_{wbin} = อุณหภูมิกระเปาะเปียกก่อนผ่านระบบทำความเย็นแบบระเหย, องศาเซลเซียส

ระบบปรับอากาศร่วมระหว่างแบบอัดไอกับแบบระเหย

ในงานวิจัยนี้ได้นำเอาระบบปรับอากาศแบบระเหยมาทำงานร่วมกับระบบปรับอากาศแบบอัดไอชนิดแยกส่วน ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศขนาดการทำความเย็น 12,500 บีทียูต่อชั่วโมง โดยระบบปรับอากาศแบบระเหยจะช่วยในการลดอุณหภูมิอากาศก่อนนำไประบายความร้อนออกที่คอนเดนเซอร์ในระบบปรับอากาศแบบอัดไอ และดึงความร้อนออกจากผนังห้อง จึงเรียกระบบปรับอากาศใหม่นี้ว่า “ระบบปรับอากาศร่วมระหว่างแบบอัดไอกับแบบระเหย” โดยมีหลักการทำงานดังรูปที่ 1 ในระบบปรับอากาศร่วมสิ่งที่ได้ประโยชน์จากระบบคือ อัตราดึงความร้อนภายในห้องเข้าที่มีอีวาปโปเรเตอร์และอัตราการดึงความร้อนออกจากผนังห้องโดยน้ำ ส่วนสิ่งที่ต้องใส่ให้แก่ระบบคืออัตราของงานที่ต้องใส่ให้กับคอมเพรสเซอร์ และปั๊มน้ำ ดังนั้นสามารถเขียนสมการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แสดงสมรรถนะและค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงานดังสมการที่ 4 และสมการที่ 5 ตามลำดับ

$$COP = \frac{Q_E + Q_W}{W_c + W_p} \quad (4)$$

เมื่อ Q_E = อัตราดึงความร้อนเข้าที่อีวาปโปเรเตอร์, กิโลวัตต์

Q_W = อัตราดึงความร้อนออกจากผนังห้อง, กิโลวัตต์

W_C = อัตราให้งานเข้าที่คอมเพรสเซอร์, กิโลวัตต์

W_P = อัตราให้งานเข้าที่ปั๊ม, กิโลวัตต์

และ

$$EER = \frac{(Q_E + Q_W)}{(Q_{PC} + Q_{PP})} \times \left(3412 \frac{Btu\ /\ hr}{kW}\right) \quad (5)$$

เมื่อ Q_{PC} = พลังงานไฟฟ้าที่เข้าสู่ระบบแบบอัดไอ, วัตต์

เมื่อ Q_{PP} = พลังงานไฟฟ้าที่เข้าสู่ระบบแบบระเหย, วัตต์

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

สร้างห้องทดลองที่มีภาระทางความร้อนขนาด 12,500 บีทียูต่อชั่วโมง พร้อมติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอขนาดทำความเย็น 12,500 บีทียูต่อชั่วโมง แล้วทำการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์แสดงสมรรถนะและค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ซึ่งได้จากการวัดอุณหภูมิและความดันของสารทำความเย็น 4 จุดด้วยกันคือ จุดที่สารทำความเย็นออกจากคอมเพรสเซอร์ จุดที่สารทำความเย็นออกจากคอนเดนเซอร์ จุดที่สารทำความเย็นออกจากวาล์วลดความดัน และจุดที่สารทำความเย็นออกจากอีวาปโปเรเตอร์ โดยใช้เทอร์โมคับเปิลชนิด K ในการวัดอุณหภูมิ และใช้เกจวัดความดันที่ติดตั้งไว้ในแต่ละจุดและการวัดอัตราการไหลของสารทำความเย็นใช้โรตาร์มิเตอร์ที่ใช้วัดเฉพาะสารทำความเย็น R-22 ซึ่งติดตั้งไว้ที่จุดออกจากคอนเดนเซอร์ ส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบปรับอากาศแบบอัดไอได้แก่ คอมเพรสเซอร์ พัดลมคอยล์ร้อน และพัดลมคอยล์เย็น ได้ทำการวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์แต่ละตัว

จากนั้นทำการออกแบบระบบปรับอากาศแบบระเหยโดยทำการดัดแปลงระบบการระเหยของน้ำแบบน้ำหยด (drip type cooler) (Watt, 1986) ระบบที่ดัดแปลงนี้จะใช้ตัวกลางในการระเหยเพื่อทำความเย็นให้กับอากาศที่เรียกว่า “แผ่นเผด (Pad)” แผ่นเผดนี้เป็นอุปกรณ์เพิ่มพื้นที่สัมผัสระหว่างน้ำกับอากาศ และจะใช้การหยดน้ำเข้าทางด้านบนของแผ่นเผด โดยออกแบบให้มีลักษณะที่สามารถต่อเข้ากับชุดคอนเดนเซอร์ในระบบปรับอากาศแบบอัดไอ โดยต่อเติมระบบการระเหยของน้ำออกจากช่องทางอากาศเข้าที่จะไปดึงความร้อนตรงส่วนคอยล์ร้อน และใช้พัดลมคอยล์ร้อนของคอนเดนเซอร์แทนในระบบการระเหยของน้ำแบบน้ำหยด โดยใช้แผ่นเผดหนา 50 มิลลิเมตร และมีพื้นที่

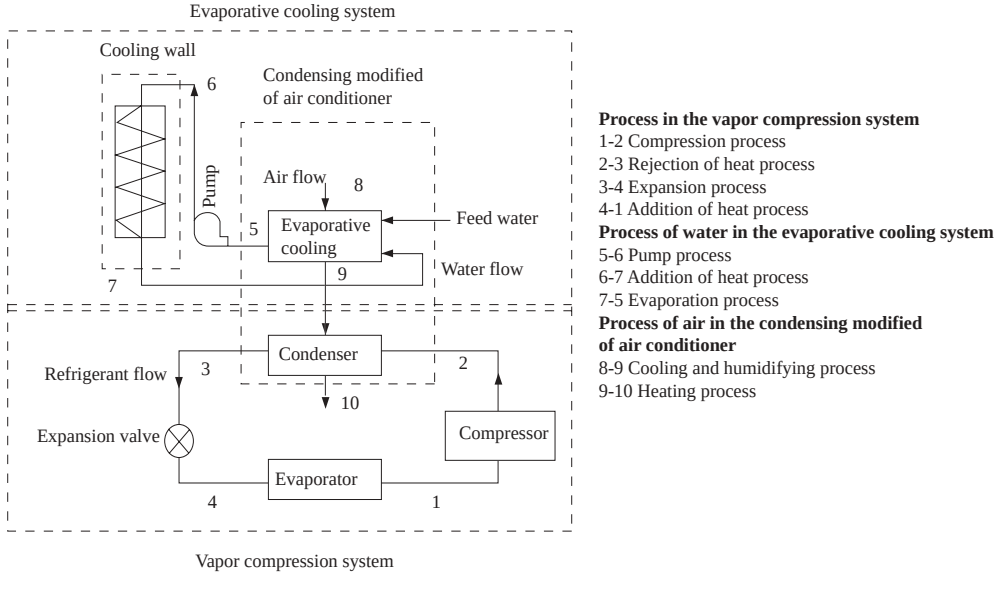

Figure 1. The combined air-conditioning system.

410 x 520 ตารางมิลลิเมตร จากนั้นทำการติดตั้งระบบให้มีลักษณะการทำงานดังรูปที่ 2 โดยใช้ปั๊มน้ำขนาด 80 วัตต์ เพื่อช่วยในการไหลของน้ำในระบบ

ทั้งนี้ในส่วนของผนังเย็น (cooling wall) ใช้ท่อทองแดงขนาด 3/8 นิ้ว ยาว 2.65 เมตร จำนวน 6 ท่อ วางแนบชิดกับผนังด้านนอกทางทิศใต้ในแนวทำมุม 10 องศากับพื้นโลกโดยวางขนานกันให้แต่ละท่อวางห่างกัน 15 เซนติเมตร โดยใช้ปูนซีเมนต์ฉาบเพื่อยึดท่อทองแดงไว้กับผนัง หนาไม่เกิน 1 เซนติเมตร (รูปที่ 3) ซึ่งท่อทองแดงนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการดึงความร้อนออกจากผนังของน้ำในระบบปรับอากาศแบบระเหย จากนั้นทำการทดสอบสมรรถนะ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์แสดงสมรรถนะ และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศร่วมระหว่างแบบอัดไอกับแบบระเหยโดยการทดลองเหมือนกับระบบปรับอากาศแบบอัดไอเพราะในระบบปรับอากาศร่วมจะใช้เครื่องปรับอากาศแบบอัดไอตัวเดิม แต่ที่ได้วัดเพิ่มเติมคือ อุณหภูมิของน้ำที่เข้าและออกจากผนังเย็น อัตราการไหลของน้ำในระบบแบบระเหยโดยใช้โรตามิเตอร์ และวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในปั๊มน้ำ

สำหรับการเก็บข้อมูลได้ทำการเก็บข้อมูลหลาย ๆ ครั้ง ทั้งในส่วนการทำงานของระบบปรับอากาศแบบอัดไอและระบบปรับอากาศร่วม โดยในแต่ละครั้งจะเริ่มเก็บตั้งแต่เวลา 08.00-16.00 น. ในรอบวัน โดยเก็บข้อมูลทุก ๆ ครึ่งชั่วโมง แล้วเลือกเอาข้อมูลวันที่มีสภาวะแวดล้อมที่คล้ายกันมากที่สุด คือ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพันธ์ จากการทดลองของระบบปรับอากาศแบบอัดไอ และระบบปรับอากาศร่วม แล้วนำมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แสดงสมรรถนะ และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศทั้งสอง เพื่อนำมาเปรียบเทียบสมรรถนะการทำงาน

ผลการวิจัย

ในการทดสอบสมรรถนะการทำงานของระบบปรับอากาศแบบอัดไอและระบบปรับอากาศร่วมระหว่างแบบอัดไอกับแบบระเหยได้แก่ สัมประสิทธิ์แสดงสมรรถนะ และอัตราส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงานระหว่างระบบปรับอากาศแบบอัดไอกับ

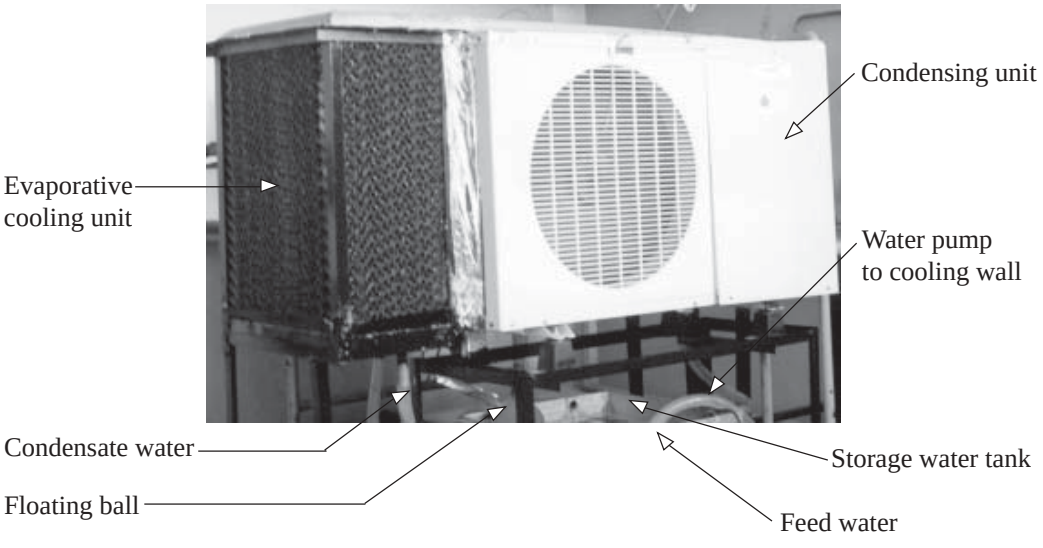

Figure 2. Condensing modified of air-conditioner.

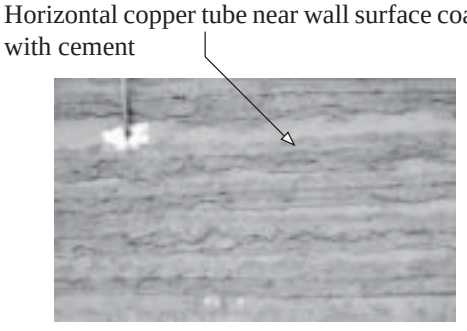

Figure 3. Cooling wall.

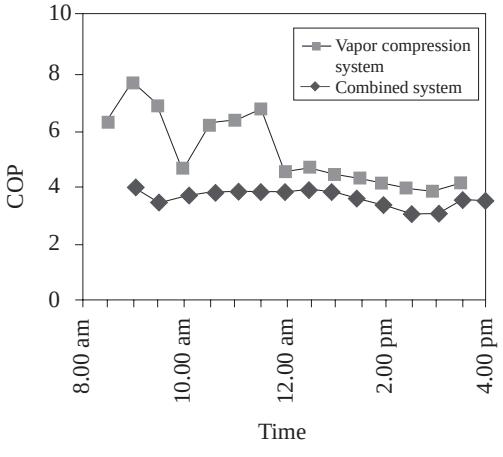

Figure 4. Comparison coefficient of performance between vapor compression and combined system.

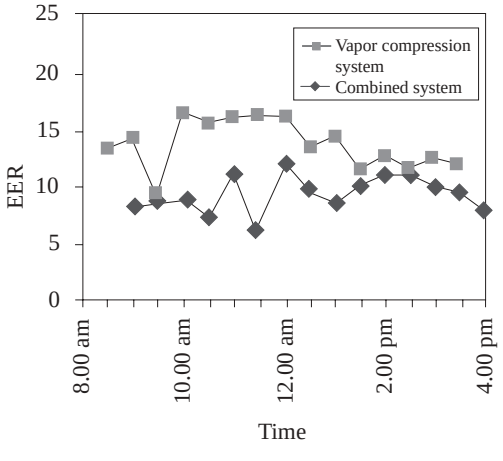

Figure 5. Comparison energy efficiency ratio between vapor compression and combined system.

ระบบปรับอากาศร่วม ผลการทดลองได้ดังรูปที่ 4 และรูปที่ 5 ซึ่งพบว่า ระบบปรับอากาศร่วมมีค่าสัมประสิทธิ์แสดงสมรรถนะเฉลี่ยเท่ากับ 5 และมีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงานเฉลี่ยเท่ากับ 13.7 บีทียูต่อชั่วโมงต่อวัตต์ โดยในส่วนของระบบปรับอากาศแบบระเหยในระบบร่วมมีประสิทธิภาพอิ่มตัวเฉลี่ย 62 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อทดสอบเฉพาะระบบปรับอากาศแบบอัดไอเพียงอย่างเดียว พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์แสดงสมรรถนะเฉลี่ยเท่ากับ 3.6 และมีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงานเฉลี่ยเท่ากับ 9.4 บีทียูต่อชั่วโมงต่อวัตต์

จะเห็นว่าสมรรถนะการทำความเย็นของระบบปรับอากาศร่วมดีกว่าระบบปรับอากาศแบบอัดไอ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากระบบปรับอากาศร่วมสามารถดึงความร้อนออกจากห้องทดสอบได้ค่อนข้างมากกว่าระบบปรับอากาศแบบอัด ในขณะที่งานที่ต้องใส่ให้กับระบบแตกต่างกันน้อย และผลส่วนหนึ่งอาจมาจากปูนที่ฉาบหุ้มท่อทองแดงทำให้ผนังหนาขึ้น ซึ่งช่วยป้องกันภาระความร้อนเข้าสู่ห้องปรับอากาศได้ส่วนหนึ่ง แต่ในการทดลองครั้งนี้คิดว่าผลเนื่องจากการฉาบปูนนี้มีผลต่อการลดภาระความร้อนน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับผนังเย็นในระบบปรับอากาศร่วม

เมื่อวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์ ได้คำนวณหาระยะเวลาการคืนทุน (Simple payback period) โดยกำหนดให้ระบบปรับอากาศร่วมทำงาน 2,112 ชั่วโมงต่อปี จากผลการทดลองพบว่า ผลกำไรที่ได้คือ ผลจากการประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศร่วมเมื่อเปรียบเทียบกับระบบปรับอากาศแบบอัดไอมีค่าเท่ากับ 338 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี หรือคิดเป็นเงินเท่ากับ 939 บาทต่อปี ส่วนเงินลงทุนคือค่าใช้จ่ายสำหรับค่าวัสดุ และค่าติดตั้งในระบบปรับอากาศร่วม ซึ่งคิดเฉพาะค่าใช้จ่ายในส่วนของระบบปรับอากาศแบบระเหยที่ติดตั้งเพิ่มเท่ากับ 4,000 บาท และค่าใช้จ่ายในการทำงานของระบบปรับอากาศแบบระเหยในระบบปรับอากาศร่วมได้แก่ ค่าน้ำที่ใช้ในกระบวนการระเหย และค่าบำรุงรักษารวมเป็นเงินเท่ากับ 150 บาทต่อปี และสามารถ

คำนวณหาระยะเวลาการคืนทุนได้ดังนี้

ระยะเวลาการคืนทุน =

$$\frac{\text{เงินลงทุนเริ่มต้น}}{\text{ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิเฉลี่ยต่อปี}} = \frac{4,000}{939\text{-}150} = 5 \text{ ปี}$$

บทสรุป

จากการทดสอบระบบปรับอากาศร่วมระหว่างแบบอัดไอกับแบบระเหย จะเห็นได้ว่าระบบปรับอากาศร่วมสามารถประหยัดพลังงานได้ค่อนข้างสูงคือมีอัตราส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงกว่าระบบปรับอากาศแบบอัดไอเฉลี่ย 46 เปอร์เซ็นต์ แต่ในการติดตั้งระบบมีค่าใช้จ่ายเพิ่ม และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่ามีระยะเวลาคืนทุน 5 ปี หากสามารถลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ลงได้ ระบบปรับอากาศร่วมก็เป็นแนวทางหนึ่งในการตัดสินใจเลือกมาใช้งานจริงเพื่อการประหยัดพลังงาน นอกจากนี้ระบบปรับอากาศร่วมยังช่วยลดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอันเนื่องมาจากอากาศร้อนที่ออกจากคอนเดนเซอร์

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2545). เอกสารประกอบการสัมมนาแผนหลักอนุรักษ์พลังงาน 5 ปี (พ.ศ. 2545-2549); 28 มีนาคม 2545; กระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม. หน้า 2-5.

วีระวุฒิ อรุณวรรธนะ. (2543). การปรับปรุงการระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์โดยใช้การระเหยของน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุณหภาพ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี. หน้า 1-88.

Ang, B.W., Goh, T.N., and Lui, X.Q. (1992). Residential electricity demand in singapore. Energy, 1(17):37-46.

Watt, J.R. (1996). Evaporative Air Conditioning Handbook. 2nd ed. Chapman & Hall, New York, p. 21-22, 90-105.