ME-NETT23
The 23rd Conference of the Mechanical Engineering Network of Thailand

ETM-036268

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23
4 – 7 พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่

การพัฒนาระบบการนำความร้อนทิ้งจากระบบปรับอากาศมาใช้ทำน้ำอุ่นในการอาบน้ำ

Development on Wasted Heat Recovery from Air Conditioning System for Warm Showering Water

ภาวิณี ศักดิ์สุนทรศิริ*, นฤพล เกตุระหงษ์, พลกริช เติมสุข และ สุรศักดิ์ แสงทอง

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131
*ผู้ติดต่อ: E-mail pawinee@buu.ac.th, เบอร์โทรศัพท์ 038 10 2222, เบอร์โทรสาร 038 745 806

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่องานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการทำน้ำอุ่นจากความร้อนเหลือทิ้งจากระบบปรับอากาศและทำการออกแบบและปรับปรุงระบบให้สามารถทำน้ำอุ่นให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยการเพิ่มพื้นที่การถ่ายเทความร้อนและลดขนาดความจุของถังทำน้ำอุ่นให้เหมาะสมกับการใช้งาน นอกจากนี้ยังทำการติดตั้งฮีตเตอร์ไฟฟ้าสำรองเพื่อให้ระบบสามารถรองรับการใช้งานในฤดูหนาวได้ด้วย ระบบที่ทำการออกแบบนี้ได้จำลองการใช้งานเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กซึ่งปกติทำงานเพื่อทำความเย็นในช่วงตอนกลางคืน และผู้ใช้งานจำนวน 2 คน มีพฤติกรรมในการอาบน้ำวันละ 2 ครั้งคือในตอนเช้าและตอนเย็น ภายหลังจากทำการติดตั้งระบบแล้วได้ทำการศึกษาสมรรถนะการทำงานของระบบเป็น 3 รูปแบบ คือ แบบที่ระบบปรับอากาศทำงานแบบระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์ด้วยอากาศเท่านั้น แบบที่ระบบปรับอากาศทำงานโดยระบายความร้อนด้วยน้ำเพื่อทำน้ำอุ่นและแบบที่ระบายความร้อนด้วยน้ำเพื่อทำน้ำอุ่นและระบายความร้อนด้วยอากาศ ผลจากการทดสอบพบว่าสมควรติดตั้งระบบท่อสารทำความเย็นเพื่อสะสมความร้อนภายในถังน้ำอุ่นและจัดให้มีการระบายความร้อนด้วยอากาศจากคอนเดนเซอร์เดิม ภายใต้อุณหภูมิภายนอก 30 °C พบว่าระบบสามารถทำน้ำอุ่นได้อุณหภูมิ 46 °C เมื่อเปรียบเทียบการลงทุนกับระบบที่แยกการใช้งานเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าและการทำความเย็นห้องนอนด้วยเครื่องปรับอากาศพบว่าแม้ว่าระบบนี้จะมีการลงทุนที่สูงกว่าแต่ก็สามารถคืนทุนได้ภายใน 1 ปี 8 เดือน เนื่องจากสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ถึงปีละ 1,613 kWh

คำหลัก: การนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ ระบบปรับอากาศ น้ำอุ่น

Abstract

This paper presents a development of the wasted heat recovery system of warm showering water from household air conditioner (A/C). Warm water temperature was improved by a redesign on heat exchanger and the water tank. Normal operation of a small A/C system during night time, and showering twice a day were studied. Electric heater also installed to serve the off mode of the air conditioning system during the low temperature ambient condition in winter. Performance under three modes were

studied, i.e. A/C with air cooled condenser, A/C with water cooled condenser as a warm water tank, and integration of air cooled condenser with water cooled condenser for warm water. Result of the study presents that integration of air cooled condenser with water cooled condenser for warm water in the existing air conditioning system should be applied. Compared to the previous design, the warm water temperature was higher. Under outdoor temperature 30°, the warm water was 46°C. Although investment of the system was higher than using air conditioning system and electric heater warm water separately, 1,613 kWh electricity saving was found with payback period for 1 year and 8 months.

Keywords: Waste heat recovery, A/C System, Warm Water.

1. บทนำ

ในปัจจุบันการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุดเข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวัน จากการทำงานของเครื่องปรับอากาศสำหรับคนวันทำงานซึ่งมักจะใช้งานเครื่องปรับอากาศสำหรับห้องนอนในช่วงกลางคืนและมีการอาบน้ำอุ่นด้วยเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าตอนเช้าและตอนค่ำ ซึ่งจะเห็นว่ามีพลังงานความร้อนที่คอนเดนเซอร์จะถูกระบายทิ้งสู่อากาศ โครงการวิจัยนี้จึงทำการศึกษาความเหมาะสมในการนำน้ำมาช่วยในการระบายความร้อนและนำน้ำอุ่นที่ได้นี้ไปใช้ทดแทนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องทำน้ำอุ่น จากงานวิจัยที่ผ่านมา [1] โดยในการประเมินเปรียบเทียบเบื้องต้นทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าการทำน้ำอุ่นโดยให้น้ำมารับความร้อนจากคอนเดนเซอร์โดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนไหลสวนทางนั้นจะต้องลงทุนสูงและไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน จึงได้ออกแบบให้ท่อสารทำความเย็นไหลผ่านถังเก็บน้ำ ซึ่งผลจากการทดสอบระบบพบว่าอุณหภูมิของน้ำที่ได้ยังไม่เพียงพอต่อการนำมาใช้อาบ อุณหภูมิของน้ำอุ่นขึ้นกับฤดูกาลและไม่สอดคล้องกับความต้องการนั่นคือในฤดูหนาวน้ำไม่อุ่นฤดูร้อนน้ำอุ่น ระบบเดิมยังขาดการควบคุมการเติมน้ำขาดระบบการให้ความร้อนเสริมในช่วงที่ความร้อนจากคอมเพรสเซอร์ไม่เพียงพอในการทำน้ำอุ่น และถังน้ำอุ่นมีขนาดใหญ่เกินไปทำให้อุณหภูมิน้ำอุ่นที่ได้เพียง 36 °C ซึ่งไม่เพียงพอต่อการใช้งานและในช่วงฤดูหนาวจะได้อุณหภูมิน้ำอุ่นต่ำลง อีกทั้งถังน้ำติดตั้งในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมต่อการใช้งานจริง โครงงานวิจัยนี้จึงทำการพัฒนาระบบเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำความร้อนให้กับน้ำสูงสุด และทำการประเมินว่าหากนำน้ำมาช่วยรับความร้อนจากเครื่องปรับอากาศในส่วนของคอนเดนเซอร์ น้ำร้อนที่ได้นั้นจะมีอุณหภูมิเพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนและการทำการติดตั้งระบบหรือไม่ รวมทั้งระบบปรับอากาศในโหมดการทำความเย็นจะยังคงทำงานได้ประสิทธิภาพเท่าเดิม และระบบมีความเหมาะสมทั้งทางด้านวิศวกรรมและทางด้านเศรษฐศาสตร์

2. แนวทางในการออกแบบปรับปรุงระบบ

2.1 ระบบเดิม

เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในการศึกษามีขนาดการทำความเย็นประมาณ 9000 Btu/h ระบบเดิมได้ออกแบบให้ติดตั้งท่อสารทำความเย็นผ่านเข้าถังทำน้ำอุ่นก่อนเข้าสู่คอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศชุดเดิมที่มาพร้อมกับเครื่องปรับอากาศ ตามที่แสดงในรูปที่ 1 โดยถังเก็บน้ำอุ่นเดิมมีขนาด 432 ลิตร ความยาวของท่อทองแดงที่อยู่ในถัง 3.66 เมตร ซึ่งจากการศึกษาในวันที่อากาศภายนอกมีอุณหภูมิ 28 °C จะได้อุณหภูมิน้ำอุ่นสำหรับใช้อาบในตอนเช้าเพียง 36 °C และอุณหภูมิจะลดลงเหลือ 34°C สำหรับใช้อาบในตอนเย็น จะเห็นว่าระบบเดิมยังมีอุณหภูมิน้ำอุ่นน้อยกว่าอุณหภูมิน้ำอุ่นที่แนะนำในการนำไปใช้อาบ (40-43°C) [2]

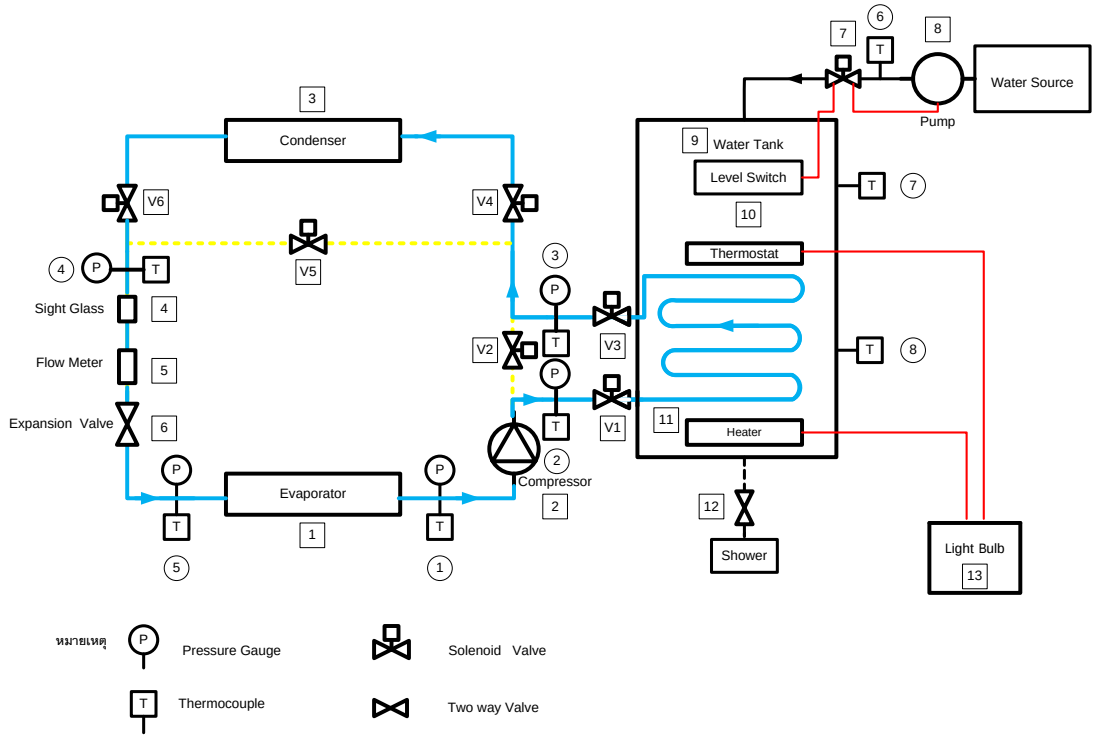
2.2 การออกแบบปรับปรุงระบบ

จากการประเมินสาเหตุปัญหาของระบบเดิม คาดว่าเกิดจากความจุความร้อนของน้ำในถังมีมากเกินความจำเป็นและการถ่ายเทความร้อนของผิวท่อ

ทองแดงกับน้ำมีพื้นที่น้อยเกินไป ระบบใหม่นี้ได้ออกแบบให้มีการใช้น้ำเกือบหมดในการใช้น้ำอาบในตอนเย็น จากนั้นให้มีการเติมน้ำเสียก่อนจึงค่อยเปิดระบบปรับอากาศเพื่อจุความร้อนเข้าไปในถังน้ำอุ่นต่อไป

ระบบใหม่นี้ได้ทำการออกแบบถังให้สามารถติดตั้งบนฝ้าห้องอาบน้ำได้เพื่อความสวยงามและสามารถให้น้ำอุ่นไหลขณะใช้งานได้โดยไม่ต้องใช้ปั๊ม ซึ่งเมื่อปิดฝ้าแล้วจะมองไม่เห็นถังน้ำ ในการแลกเปลี่ยนความร้อนจะให้สารทำความเย็นไหลภายในท่อทองแดงขนาด ½” ความยาวท่อ 30 เมตร ขดอยู่ภายในถังน้ำขนาด 0.8x0.8x0.4 m^3 (ดูรูปที่ 1)

รูปที่ 1 แสดงการติดตั้งถังน้ำอุ่นเหนือฝ้าห้องอาบน้ำ



รูปที่ 2 การติดตั้งระบบแลกเปลี่ยนความร้อนภายในถังเก็บน้ำอุ่นกับระบบปรับอากาศ

สำหรับในกรณีที่ไม่สามารถทำให้น้ำอุ่นมีอุณหภูมิเพียงพอที่จะใช้ในการอาบในฤดูหนาวนั้นเป็นข้อจำกัดของระบบเองเนื่องจากหากอุณหภูมิของอากาศภายนอกต่ำ คอมเพรสเซอร์ก็จะไม่ทำงานจึงไม่สามารถจุความร้อนด้วยคอนเดนเซอร์ในส่วนที่จมอยู่ในน้ำได้ การแก้ไขนั้นทำโดยการติดตั้งฮีตเตอร์ไฟฟ้าสำรองเสริมเข้าไปในระบบ

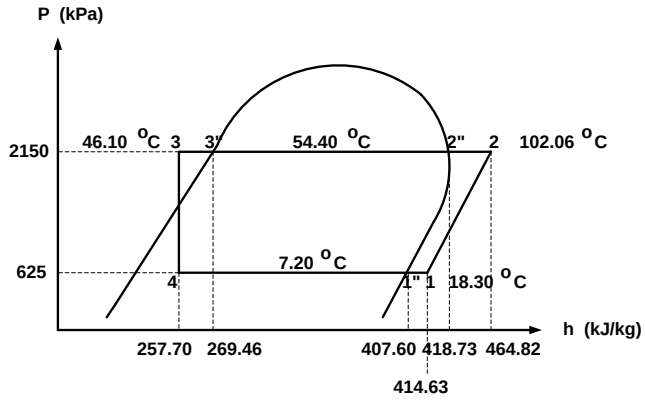
ระบบที่ออกแบบจะมีโซลินอยด์วาล์วควบคุมเส้นทางการไหลของสารทำความเย็นที่จะผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่แสดงในรูปที่ 2 ซึ่งสามารถจัดให้ระบบทำงานได้เป็น 3 รูปแบบ เพื่อให้สามารถทดสอบเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบ ดังนี้ คือ

A ปรับอากาศที่ระบายความร้อนด้วยอากาศเพียงอย่างเดียว

B ระบบปรับอากาศที่ทำน้ำอุ่นและระบายความร้อนด้วยอากาศไปพร้อม ๆ กัน

C ระบบทำน้ำอุ่นที่ไม่ระบายความร้อนด้วยอากาศ

ในการออกแบบนั้นจะใช้ข้อมูลของเครื่องปรับอากาศ LG รุ่น HS-R0960CH ซึ่งใช้ R-22 เป็นสารทำความเย็น โดยใช้ข้อมูลทางเทคนิคของผู้ผลิต และข้อมูล name plate เมื่อเขียนบน P-h Diagram โดยใช้ข้อมูลสารทำความเย็นของ DuPont [3] แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ค่า P-h ของสารทำความเย็นที่ใช้ในการออกแบบ

ในการประเมินความยาวท่อสารทำความเย็นจะแบ่งเป็นช่วงที่สารทำความเย็น desuperheated ซึ่งอัตราการถ่ายเทความร้อนเท่ากับ $\dot{m}_R(h_2 - h_{2'})$ และช่วงที่สารทำความเย็นกลั่นตัว ซึ่งอัตราการถ่ายเทความร้อนเท่ากับ $\dot{m}_R(h_{2'} - h_3)$ และให้อัตราการถ่ายเทความร้อนจากสารทำความเย็นไปยังผิวด้านในของท่อเท่ากับ อัตราการถ่ายเทความร้อนจากผิวด้านในท่อผ่านมายังผิวด้านนอกท่อ ซึ่งเท่ากับอัตราการถ่ายเทความร้อนจากผิวนอกท่อให้แก่น้ำภายในถัง

อัตราการถ่ายเทความร้อนจากสารทำความเย็นไปยังผิวด้านในของท่อ ($\dot{Q}$) เป็นการพาความร้อนโดยมีการไหลแบบเทอร์บิวเลนท์

$$\dot{Q} = h_{ct}(2\pi r_i L)\left(T_R - T_{s,i}\right) \qquad (1)$$

โดย

h_{ct} = สัมประสิทธิ์การพาความร้อนแบบบังคับภายในท่อสารทำความเย็น

r_i = รัศมีภายในท่อ

L = ความยาวท่อ

T_R = อุณหภูมิสารทำความเย็น

$T_{s,i}$ = อุณหภูมิผิวภายในท่อ

และหาค่า h_{ct} จาก

$$Nu_{D,t} = 0.023\mathrm{Re}_D^{4/5}\,\mathrm{Pr}^{0.3};\ T_{s,i} < T_R \text{ [4]} \qquad (2)$$

โดย

$Nu_{D,t}$ = ค่านัทเซลท์นัมเบอร์ของการพาความร้อนแบบบังคับภายในท่อสารทำความเย็น

Re_D = ค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ของการไหลภายในท่อสารทำความเย็น

Pr = ค่าแพรนเติลนัมเบอร์

T_R = อุณหภูมิสารทำความเย็น

อัตราการถ่ายเทความร้อนจากผิวด้านในท่อผ่านมายังผิวด้านนอกท่อ ($\dot{Q}$)

$$\dot{Q} = \frac{2\pi kl\left(T_{s,i} - T_{s,o}\right)}{\ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)} \qquad (3)$$

โดย

k = ค่าการนำความร้อนของท่อ

l = ความหนาของท่อ

$T_{s,o}$ = อุณหภูมิผิวภายนอกท่อ

r_o = รัศมีภายนอกท่อ

อัตราการถ่ายเทความร้อนจากผิวนอกท่อให้แก่น้ำภายในถัง ($\dot{Q}$) เป็นการถ่ายเทความร้อนแบบอิสระเนื่องจากน้ำอยู่นิ่ง ท่อวางในแนวนอน

$$\dot{Q} = h_{cn}(2\pi r_o L)\left(T_{s,o} - T_w\right) \qquad (4)$$

โดย

h_{cn} = สัมประสิทธิ์การพาความร้อนแบบอิสระภายนอกท่อสารทำความเย็นที่สัมผัสกับน้ำในถัง

T_w = อุณหภูมิน้ำในถังทำน้ำอุ่น

ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนแบบอิสระ; h_{cn} หาจาก

$$\overline{Nu}_{D,n} = \left\{0.60 + \frac{0.387Ra_D^{1/6}}{\left[1+(0.559/\mathrm{Pr})^{9/16}\right]^{8/27}}\right\}^2;\ Ra_D \le 10^{12} \text{ [4]} \qquad (5)$$

โดย

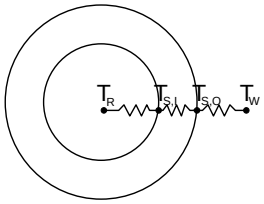
$Nu_{D,n}$ = ค่านัทเซลท์นัมเบอร์ของการพาความร้อนแบบอิสระภายนอกท่อซึ่งสัมผัสกับน้ำในถัง

Ra_D = ค่าราเลย์นัมเบอร์

Pr = ค่าแพรนเติลนัมเบอร์

โดยค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ของของไหลดูจาก [5]

อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของท่อสารทำความเย็นภายในถังน้ำ แสดงตามภาพตัดขวางในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ภาพตัดขวางของท่อสารทำความเย็นภายในถังน้ำ

จากการประเมินหากให้อัตราการถ่ายเทความร้อนและอัตราการไหลของสารทำความเย็นคงที่ หากน้ำในถังมีอุณหภูมิเท่ากับ 25°C จะต้องใช้ท่อยาว 25.3 เมตร และหากน้ำมีอุณหภูมิ 40°C จะต้องใช้ท่อยาวเท่ากับ 44 เมตร ในการติดตั้งได้เลือกขนาดความยาวท่อ 30 เมตร เนื่องจากระบบมีระยะเวลาในการสะสมความร้อนยาวนานตลอดคืน

3. การศึกษาการเดินเครื่องโดยทดสอบสมรรถนะของระบบ

ในการทดสอบการทำงานของระบบได้จัดให้ระบบสามารถปรับเปลี่ยนการทำงานของระบบเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

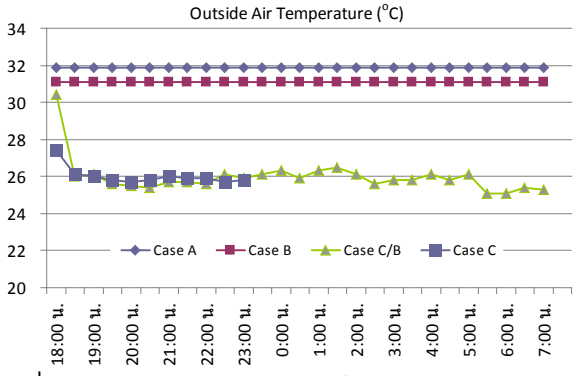
A เดินเครื่องให้ระบบปรับอากาศที่ระบายความร้อนด้วยอากาศเพียงอย่างเดียว

B เดินเครื่องปรับอากาศให้ทำน้ำอุ่นภายในถังน้ำและระบายความร้อนด้วยอากาศจากคอนเดนเซอร์เดิมไปพร้อม ๆ กัน

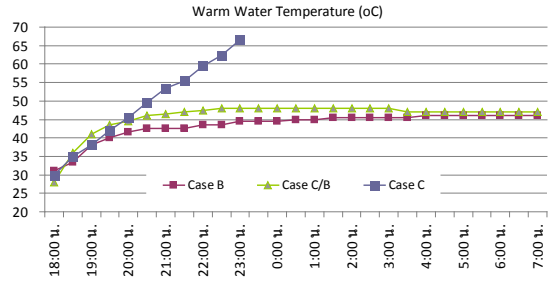
C เดินเครื่องปรับอากาศให้ทำน้ำอุ่นภายในถังน้ำโดยไม่ระบายความร้อนด้วยคอนเดนเซอร์เดิมที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ

C/B ในช่วงเริ่มต้นเดินเครื่องปรับอากาศให้ทำน้ำอุ่นภายในถังน้ำโดยไม่ระบายความร้อนด้วยคอนเดนเซอร์เดิมที่ระบายความร้อนด้วยอากาศไประยะหนึ่ง เปิดระบบให้สามารถระบายความร้อนด้วยอากาศจากคอนเดนเซอร์เดิม

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศภายนอกในวันที่ทำการทดสอบแสดงใน รูปที่ 5



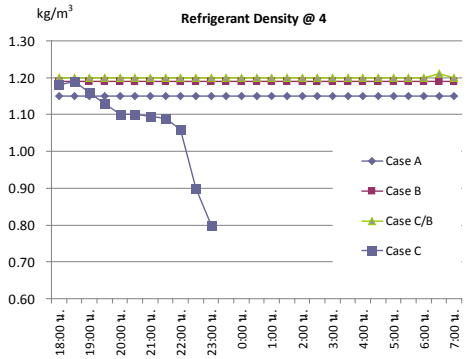
รูปที่ 5 อุณหภูมิอากาศภายนอกในวันทดสอบ



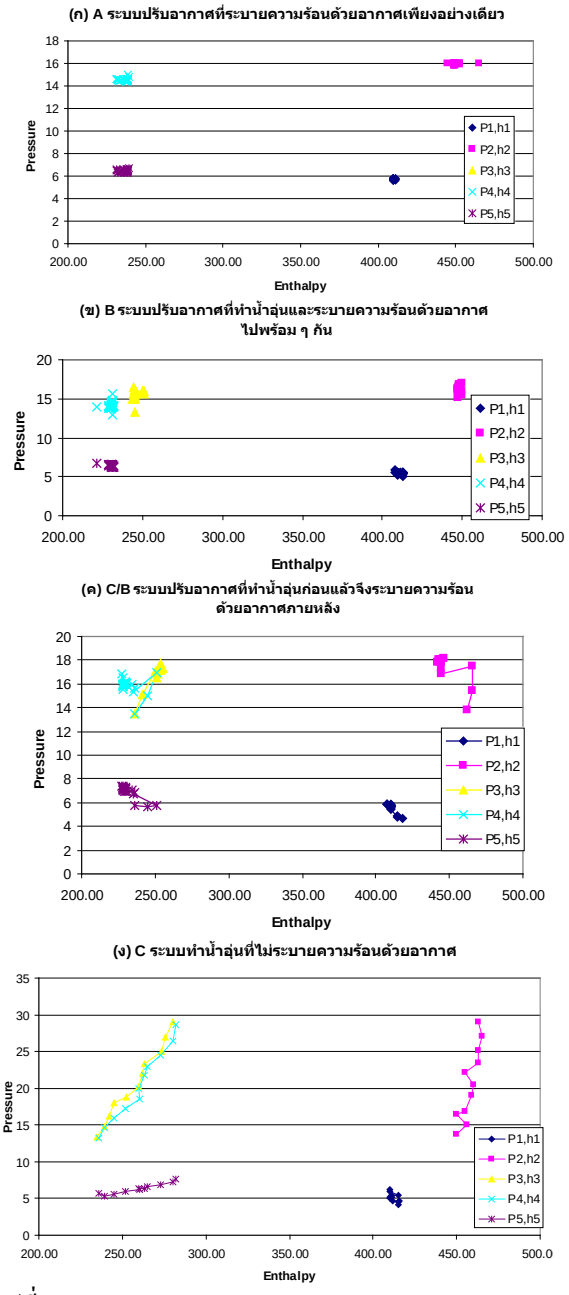
รูปที่ 6 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในถังน้ำอุ่น

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยภายในถังน้ำอุ่นในช่วงที่มีการสะสมความร้อนแสดงในรูปที่ 6 จะเห็นว่าการเดินระบบแบบ B สามารถทำอุณหภูมิน้ำอุ่นในตอนเช้าได้เท่ากับการเดินระบบแบบ C/B ดังนั้นเพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในระบบควบคุมจึงไม่จำเป็นต้องจัดระบบควบคุมให้เดินเครื่องสลับจาก C เป็น B

ส่วนการเดินระบบแบบ C นั้นแม้ว่าจะสามารถทำให้อุณหภูมิน้ำสูงขึ้นช่วง 5 ชั่วโมงแรกจนอุณหภูมิสูงถึง 65°C แต่ก็ไม่สามารถเดินระบบทำความเย็นได้ตลอดคืน



รูปที่ 7 ความหนาแน่นของสารทำความเย็นก่อนไหลเข้าวาล์วขยายตัว



รูปที่ 8 P-h Diagram

ในการทดสอบการเดินเครื่องแบบ C นั้น พบว่าสารทำความเย็นเมื่อผ่านคอนเดนเซอร์แล้วจะไม่สามารถควบแน่นได้และมีแนวโน้มที่จะมีไอสารทำความเย็นมากขึ้นเมื่อเดินเครื่องต่อไปเรื่อยๆ จากรูปที่ 7 แสดงให้เห็นว่าความหนาแน่นของสารทำความเย็นจะลดลงเมื่อเดินเครื่องไปเรื่อย ๆ และจาก P-h diagram ในรูปที่ 8 (ง) แสดงให้เห็นว่าความดันของสารทำความเย็นในท่อคอนเดนเซอร์จะเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ

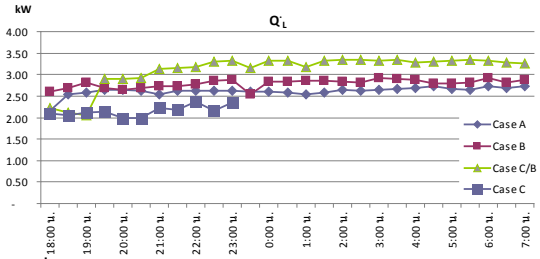
จากการเปรียบเทียบ P-h diagram ในรูปที่ 8 (ก) และ (ข)โดยการเปลี่ยนจากการใช้ระบบปรับอากาศที่ระบายความร้อนทิ้งด้วยอากาศเพียงอย่างเดียว มาเป็นการให้สารทำความเย็นระบายความร้อนที่ถังน้ำอุ่นไปก่อนและสำรองด้วยการระบายความร้อนด้วยอากาศในคอนเดนเซอร์เดิมจะสามารถนำความร้อนสูญเสียที่คอนเดนเซอร์มาใช้ทำน้ำอุ่นได้เกือบทั้งหมด

รูปที่ 8 (ค) แสดงให้เห็นว่าในการให้ระบบสะสมความร้อนก่อนระยะหนึ่งแล้วค่อยใช้คอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศช่วยในการระบายความร้อนภายหลังนั้นจะพบปัญหาในช่วงแรกที่ระบบการระบายความร้อนด้วยอากาศยังไม่ทำงาน

เมื่อพิจารณาการทำงานของระบบแบบ C โดยดูที่รูปที่ 8 (ง) ประกอบกับความหนาแน่นของสารทำความเย็นในรูปที่ 7 จะเห็นว่าการออกแบบให้นำความร้อนมาสะสมที่ถังน้ำอุ่นเพียงอย่างเดียวจะส่งผลเสียต่อการทำงานของระบบ กล่าวคือ ความดันในช่วงของการระบายความร้อนจะค่อย ๆ สูงขึ้นเรื่อย ๆ และสารทำความเย็นจะยังไม่ควบแน่นทั้งหมดก่อนไหลเข้าสู่วาล์วลดความดัน ส่งผลให้อัตราการไหลของสารทำความเย็นลดลง

จากการเปรียบเทียบกำลังความเย็นในรูปที่ 9 แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนจากการใช้ระบบปรับอากาศที่ระบายความร้อนทิ้งด้วยอากาศเพียงอย่างเดียว (case A) มาเป็นการให้สารทำความเย็นระบายความร้อนที่ถังน้ำอุ่นไปก่อนและสำรองด้วยการระบายความ

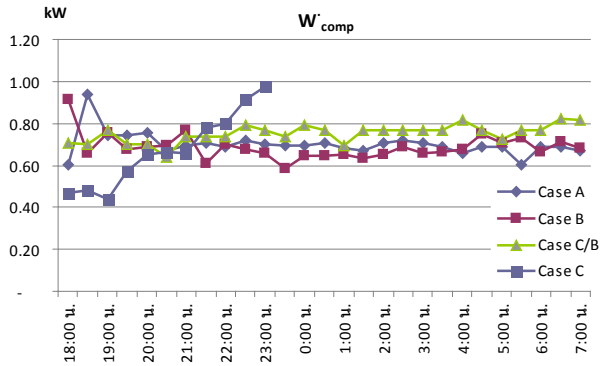
ร้อนด้วยอากาศในคอนเดนเซอร์เดิม (case B และ caseC/B) สามารถทำความเย็นได้ไม่แตกต่างจากระบบที่ทำความเย็นเพียงอย่างเดียว (case A)



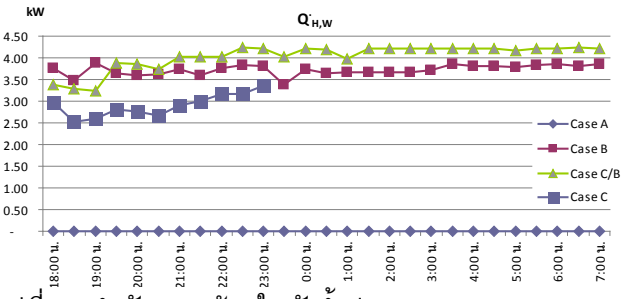
รูปที่ 9 กำลังการทำความเย็น

สาเหตุที่ case C/B ให้กำลังความเย็นมากกว่า case B และ case A เมื่อพิจารณาร่วมกับรูปที่ 5 อาจสันนิษฐานได้ว่าสาเหตุเนื่องมาจากอุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำกว่าในวันที่ทำการทดสอบ

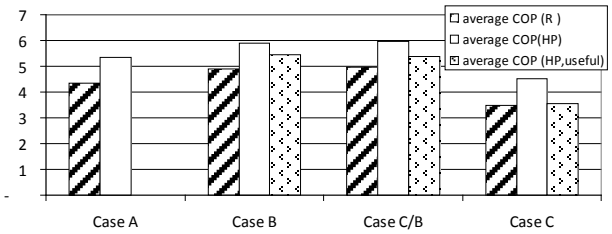
รูปที่ 8 (ค) แสดงให้เห็นว่าในการให้ระบบสะสมความร้อนก่อนระยะหนึ่งแล้วค่อยใช้คอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศช่วยในการระบายความร้อนภายหลังนั้นจะพบปัญหาในช่วงแรกที่ระบบการระบายความร้อนด้วยอากาศยังไม่ทำงาน



รูปที่ 10 กำลังงานคอมเพรสเซอร์



รูปที่ 11 กำลังความร้อนในถังน้ำอุ่น



รูปที่ 12 สมรรถนะของระบบ

เมื่อเปรียบเทียบกำลังคอมเพรสเซอร์ กำลังความร้อนที่สะสมในถังน้ำอุ่น และสมรรถนะของระบบจากการเดินเครื่องทั้ง 4 รูปแบบ ตามที่แสดงในรูปที่ 10 รูปที่11 และรูปที่12 จะเห็นว่าการเดินเครื่องโดยให้สารทำความเย็นมีการระบายความร้อนที่ถังน้ำอุ่นก่อนการระบายความร้อนเสริมด้วยอากาศจะให้สมรรถนะของระบบปรับอากาศและสมรรถนะของระบบการทำความร้อนสูงขึ้นเล็กน้อย ส่วนการเดินเครื่องแบบ C/B ไม่แตกต่างจากการเดินเครื่องแบบ B

ส่วนระบบที่เดินเครื่องแบบ C ไม่มีการระบายความร้อนด้วยอากาศ มีสมรรถนะทั้งด้านการทำความเย็นการด้านการทำความร้อนต่ำ และมีข้อจำกัดในการสะสมความร้อนในถังน้ำอุ่น และไม่สามารถเดินระบบเพื่อตอบสนองต่อการทำความเย็นในห้องปรับอากาศได้ตลอดคืน

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่า การทำน้ำอุ่นจากความร้อนเหลือทิ้งในระบบปรับอากาศ ที่มีลักษณะการทำความเย็นสำหรับห้องนอนในตอนกลางคืน โดยสะสมความร้อนเพื่อทำน้ำอุ่นโดยให้ถังน้ำทำหน้าที่เป็นคอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ และให้มีการระบายความร้อนด้วยอากาศด้วยคอนเดนเซอร์เดิม มีความเหมาะสมที่จะนำมาติดตั้งใช้งานในชีวิตประจำวันสำหรับบ้านพักอาศัยที่มีผู้พักอาศัยประมาณ 2 คน ที่มีการใช้งานเครื่องปรับอากาศสำหรับห้องนอนในตอนกลางคืนและอาบน้ำอุ่นตอนเช้าและตอนเย็นรวมวันละ 2 ครั้ง โดยภายใต้สภาวะอากาศภายนอก 30 °C ระบบนี้สามารถทำน้ำอุ่นได้อุณหภูมิ 46 °C ซึ่งเป็นน้ำอุ่นที่มีอุณหภูมิที่เพียงพอต่อการนำไปใช้อาบ

เนื่องจากการสะสมความร้อนเพื่อทำน้ำอุ่นที่คอนเดนเซอร์ของระบบปรับอากาศนั้นจะสามารถสะสมความร้อนได้ในช่วงที่มีการเดินเครื่องปรับอากาศเท่านั้น ดังนั้นในวันที่สภาวะอากาศภายนอกมีอุณหภูมิต่ำ เช่น ในฤดูหนาว คอมเพรสเซอร์จะไม่ทำงาน จึงไม่สามารถสะสมความร้อนได้ จึงควรติดตั้งฮีตเตอร์เสริมเพื่อสำรองให้สามารถทำน้ำอุ่นได้ในฤดูหนาวที่คอมเพรสเซอร์มักจะไม่ทำงาน จากการประเมินปริมาณพลังงานที่ใช้ตลอดทั้งปี พบว่าระบบที่เสนอพร้อมฮีตเตอร์สำรองจะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ปีละ 1,613 kWh คิดเป็นเงินค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ปีละ 4,840 บาท ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสร้างระบบ จะมากกว่าประมาณ 8,220 บาท เมื่อเทียบกับ ระบบที่ติดตั้งแยกกันระหว่างระบบปรับอากาศและเครื่องทำน้ำอุ่นด้วยไฟฟ้าคิดเป็นระยะเวลาคืนทุน 1 ปี 8 เดือน

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะนักวิจัยขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาในการสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยและพัฒนา จากงบประมาณเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2551 เรื่อง การศึกษาสมรรถนะและความเหมาะสมในการทำงานของระบบการทำน้ำอุ่นจากความร้อนเหลือทิ้งในระบบปรับอากาศในบ้านพักอาศัย สัญญาเลขที่ 3/2551

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ภาวิณี ศักดิ์สุนทรศิริ , ตอศักดิ์ จันทรทันฑณวรรธน โชติวงษ และ สมิต เจริญเวทย วุฒิ (2550). ระบบการนำความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กมาทดแทนการใช้ไฟฟ้าในการทำน้ำอุ่นในบ้านพักอาศัย . *การประชุมวิชาการเครือข ายวิศวกรรมเครื่องกลแห งประเทศไทยครั้งที่* 21, จังหวัดชลบุรี

[2] สุรินทร์ เศรษฐมานิต. ทาเคโอะ มอริมูตะ (2550). วิศวกรรมงานท่อภายในอาคาร การออกแบบติดตั้ง และบำรุงรักษา "การออกแบบระบบน้ำร้อน". หน้า123,127. สำนักพิมพ์ ดวงกมล พิมพ์ครั้งที่ 5, 2543

[3] DuPont (2008) *DuPont TM Freon R 22 Properties – Temperature Table*, available online: http://refrigerants.dupont.com/Suva/en_US/pdf/k05736.pdf

[4] Incropera, DeWitt, Bergmann and Lavine (2005). *Fundamentals of heat and mass transfer*. 6th edition, John Wiley and Sons.

[9] กรมอุตุวิทยา แหล่งที่มา: http://www.tmd.go.th/province_stat.php?StationNumber=48459 [กันยายน 2551]

[5] WEBBOOK NIST *Thermophysical Properties of Fluid Systems*, available online: http://webbook.nist.gov/chemistry/fluid/