

ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศร่วมกับแผงรังผึ้งสำหรับลดอุณหภูมิอากาศเข้าแผงคอนเดนเซอร์

Efficiency of the Energy using of Air Condition and Cooling Pad for Reducing of inlet Air Temperature of Condenser

เดชาวัต มั่นกลาง¹ ภาณุวัฒน์ ทรัพย์ปรง¹ สุดารัตน์ ยาวะระ¹ และปิยะวรรณ ยางคำ²

Received: June, 2014; Accepted: April, 2015

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทดลองการทำงานของแผงรังผึ้งและเครื่องปรับอากาศ ผลวิจัยกรณีไม่เปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งอุณหภูมิอากาศเข้าและออกจากแผงรังผึ้งเท่ากับ 34.76 ± 0.38 และ 32.82 ± 1.01 องศาเซลเซียส ความเร็วลมเท่ากับ 1.39 ± 0.01 และ 1.75 ± 0.08 เมตร/วินาที และความชื้นเท่ากับ 40.00 ± 0.07 และ 41.80 ± 0.83 เปอร์เซ็นต์ และกรณีเปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งอุณหภูมิอากาศเข้าและออกจากแผงรังผึ้งเท่ากับ 36.26 ± 0.38 และ 34.30 ± 0.23 องศาเซลเซียส ความเร็วลมเท่ากับ 0.90 ± 0.05 และ 0.92 ± 0.01 เมตร/วินาที และความชื้นเท่ากับ 56.80 ± 1.10 และ 58.40 ± 0.55 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิผิวท่อขณะไม่เปิดน้ำและเปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งบริเวณทางออกคอมเพรสเซอร์เท่ากับ 87.5 และ 73.75 องศาเซลเซียส และบริเวณก่อนเข้าคอนเดนเซอร์เท่ากับ 74.10 และ 66.58 องศาเซลเซียส และเพื่อทดสอบประสิทธิภาพและประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบ Cooling Pad เพื่อลดอุณหภูมิอากาศเข้าแผงคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศพบว่าประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องปรับอากาศเท่ากับ 94.66 เปอร์เซ็นต์ สมรรถนะทางความเย็นขณะเปิดเครื่องปรับอากาศแต่ไม่เปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งและเปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งเท่ากับ 6.58 และ 11.38 ประสิทธิภาพพลังงานขณะเปิดเครื่องปรับอากาศแต่ไม่เปิดน้ำและเปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งเท่ากับ 3.41 และ 11.14 บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์ การถ่ายเทความร้อนโดยการพาแบบบังคับขณะไม่เปิดน้ำและเปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งเท่ากับ 6.35 และ 9.51 วัตต์ ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์มีเตอร์เท่ากับ 9.16 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

² คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

E-mail: chartree.mank@gmail.com

พบว่าการติดตั้งระบบ Cooling Pad มีปริมาณพลังงานขณะเปิดเครื่องปรับอากาศให้ทำงาน แต่ไม่เปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งเท่ากับ 76.56 หน่วยต่อวัน และเปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งให้ทำงานร่วมกันเท่ากับ 64 หน่วยต่อวัน ปริมาณพลังงานลดลง 16.41 เปอร์เซ็นต์ ค่าไฟฟ้าขณะเปิดเครื่องปรับอากาศแต่ไม่เปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งเท่ากับ 200.09 บาทต่อวัน และเปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งเท่ากับ 167.27 บาทต่อวัน ค่าไฟฟ้าลดลง 16.40 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : คอนเดนเซอร์; แผงรังผึ้ง; สมรรถนะทางความเย็น; เครื่องปรับอากาศ

Abstract

The objectives of this research were to study and test the operation of cooling pad and air condition system. The results found that elevated ear before Cooling Pad panels and Cooling Pad panels were not open water through the panels were 34.76 ± 0.38 and $32.82 \pm 1.01^{\circ}\text{C}$. The wind speed were 1.39 ± 0.01 and 1.75 ± 0.08 m/s and moisture were 40.00 ± 0.07 and 41.80 ± 0.83 percent. Temperature before Cooling Pad panels and Cooling Pad panels when opening water through the panels were 36.26 ± 0.38 and $34.30 \pm 0.23^{\circ}\text{C}$. Wind speed were 0.90 ± 0.05 and 0.92 ± 0.01 m/s and the humidity were 56.80 ± 1.10 and 58.40 ± 0.55 percent. Pipe surface temperatures, while opening water and opening water through the exit panels Cooling Pad were 87.5 and 73.75°C , The area before the condenser were 74.1 and 66.58°C . To test the performance and assess the economic worth of Cooling Pad to reduce the air temperature of the air conditioning condenser panel, we found that the performance of the air conditioner was 94.66 percent. Performance of the evening as the air conditioning, but not opening water through the honeycomb panels and opening water through Cooling Pad panels were equal to 6.58 and 11.38, energy efficiency, while the air conditioner, but not turning on the water and opening water through honeycomb panels were 3.41 and 11.14 BTU/h/W, respectively. Heat transfer by convection and forced opening water and open water through Cooling Pad panels were 6.35 and 9.51 W, with the power factor meter were equal to 9.16 the value of economics. In addition we found that the installation of Cooling Pad amount of energy as the air conditioning works, but not opening water through Cooling Pad panels were 75.56 units/day, and opening water through Cooling Pad panels, working together were 64 Units/day, energy intake decreased by 16.41 percent of the fire as the air conditioning. However, opening water through the Cooling Pad panel were 200.09 Baht/day and opening water through the Cooling Pad panel were 167.27 Baht/day for electricity decreased by 16.40 percent.

Keywords: Condenser; Cooling Pad; Performance Cooling; Air Conditioning

บทนำ

การใช้เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่จำนวนหลายเครื่องที่เปิดประจำเป็นเวลานานทำให้คอนเดนเซอร์ทำงานหนักและสิ้นเปลืองพลังงานจึงมีการดำเนินโครงการลดอุณหภูมิที่แผงระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศโดยใช้แผงรังผึ้งในระบบ Cooling Pad เป็นตัวช่วยระบายความร้อนเพื่อให้โครงการบรรลุตามเป้าหมายสูงสุดจึงมีการศึกษาและทดลองการทำงานของแผงรังผึ้งร่วมกับเครื่องปรับอากาศเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแผงรังผึ้งที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงาน

วัตถุประสงค์ของการทำงาน

1. เพื่อศึกษาและทดลองการทำงานของแผงรังผึ้ง และเครื่องปรับอากาศ
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพและประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบ Cooling Pad เพื่อลดอุณหภูมิอากาศเข้าแผงคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ

ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

ในทางปฏิบัติคอมเพรสเซอร์ที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศมักจะเป็นแบบหุ้มปิดชิด (Hermetic Compressor) คือ ทั้งคอมเพรสเซอร์และมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนหุ้มปิดชิดในกล่องหรือถังโลหะ โดยไอลาจารทำความเย็น R-22 ทำหน้าที่เป็นตัวกลางดูดความร้อนภายในห้องออกมานอกห้อง จากนั้นน้ำยาจะถูกทำให้เย็นอีกครั้งแล้วส่งกลับเข้าห้องเพื่อดูดความร้อนอีก โดยกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ (Surapon, 2529) ประสิทธิภาพของคอมเพรสเซอร์ (n_{com}) ดังสมการที่ (1) (Napadol, 2553)

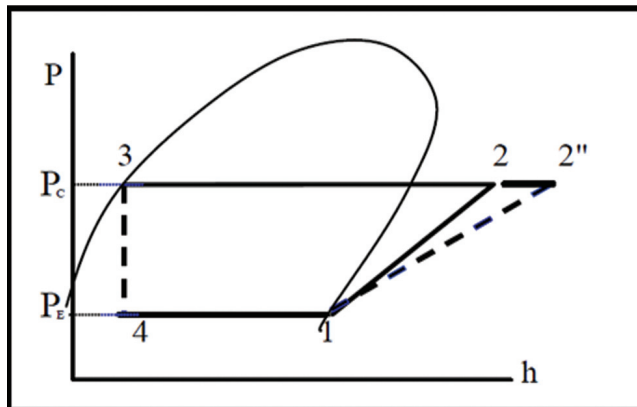
$$(n_{com}) = \frac{h_2' - h_1}{h_2 - h_1} \quad (1)$$

สมรรถนะการทำความเย็นของวัฏจักรความเย็นแบบอัดไอโดยใช้กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ดังสมการที่ (2) (Napadol, 2553)

$$COP = \frac{h_1 - h_3}{h_1 - h_2} \quad (2)$$

เมื่อ

- h_1 = เอนทัลปีของอากาศขึ้นที่สภาวะที่ 1, kJ/kg
- h_2 = เอนทัลปีของอากาศขึ้นที่สภาวะที่ 2, kJ/kg
- h_2' = เอนทัลปีของอากาศขึ้นที่สภาวะที่ 2 ขณะเป็นไอร้อนยิ่งยวด kJ/kg
- h_3 = เอนทัลปีของอากาศขึ้นที่สภาวะที่ 3, kJ/kg



รูปที่ 1 P-h ไดอะแกรมของวัฏจักรเครื่องทำ

ความเย็นทางปฏิบัติ (Wachara, 2544)

การถ่ายเทความร้อนโดยการพาประกอบด้วยกลไก 2 อย่าง คือ พลังงานเกิดการถ่ายเทมีผลเนื่องจากการเคลื่อนที่หรือการแพร่แบบสุ่มของโมเลกุล และผลเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของของไหล การถ่ายเทลักษณะนี้เกิดขึ้นได้ การเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการพาดังสมการที่ (3) (Nattavoot, 2555)

$$q_c = \overline{h}_c A (T_s - T_\infty) \quad (3)$$

เมื่อ

$\overline{h}_c$ = สัมประสิทธิ์การพาความร้อนเฉลี่ย, $W / m^2 \cdot K$

A = พื้นที่ผิวของวัตถุที่สัมผัสกับของไหล, m^2

T_s = อุณหภูมิของผิววัตถุ, K

T_∞ = อุณหภูมิของของไหลอิสระที่อยู่ห่างออกไปจากผิววัตถุมาก ๆ, K

สมรรถนะของแผงรังผึ้งเพื่อลดอุณหภูมิอากาศเข้าแผงคอนเดนเซอร์ดังสมการที่ (4) (Napadol, 2553)

$$n_{con} = \frac{\text{ความสามารถในการทำงานจริง}}{\text{ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี}} \times 100 \quad (4)$$

ประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศนิยมใช้ EER แสดงค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นมีหน่วยเป็น บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์ ดังสมการที่ (5) (Weerapan and Pitoon, 2552)

$$EER = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \quad (5)$$

เมื่อ

$Output$ = ค่าความเย็นที่เครื่องปรับอากาศสามารถทำได้จริง, บีทียู/ชั่วโมง

$Input$ = ค่ากำลังไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศใช้ในการทำความเย็น, วัตต์

การคิดค่าไฟฟ้าและการหาค่าใช้จ่ายเป็นปัจจัยสำคัญในการหาจุดคุ้มทุนของการทำงานในแต่ละครั้งดังสมการที่ (6) (Juntima, 2552) และสมการที่ (7) (Sopon et al., 2552)

$$W = P \times t \quad (6)$$

$$Cost = Rate \times W \quad (7)$$

เมื่อ

W = พลังงานไฟฟ้า, กิโลวัตต์/ชั่วโมง

P = กำลังไฟฟ้า, กิโลวัตต์

t = เวลาที่ใช้ไฟฟ้า, ชั่วโมง

$Cost$ = ค่าไฟฟ้า, บาท

$Rate$ = อัตราค่าไฟฟ้า, หน่วย

วิธีการทดลอง

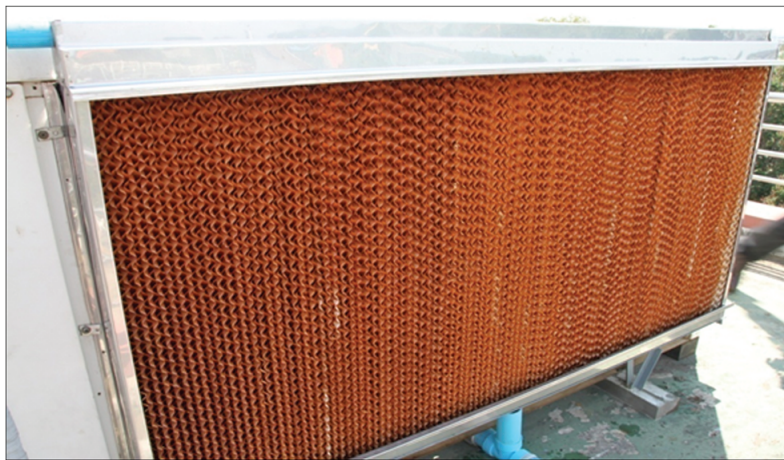
1. ศึกษาอุณหภูมิภายในและภายนอกห้องขณะที่เครื่องปรับอากาศทำงานร่วมกับแผงรังผึ้ง
 - 1.1 วัสดุและอุปกรณ์ เครื่องมือวัดอุณหภูมิกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง จำนวน 3 ชุด
 - 1.2 วิธีการทดลอง
 - 1) ติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งภายในห้องสมุด ชั้น 2 ชั้น 3 และภายนอกอาคารวิทยบริการ
 - 2) ทำการทดลอง 2 วิธี คือเปิดเครื่องปรับอากาศให้ทำงานตามปกติแต่ไม่เปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้ง และเปิดเครื่องปรับอากาศให้ทำงานตามปกติพร้อมกับเปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งให้ทำงานพร้อมกัน
 - 3) บันทึกผล
2. การหาความเร็วของอากาศเข้า-ออก และความชื้นของแผงรังผึ้งด้านข้างด้านหน้า และบนพัดลมดูดอากาศร่วมกับการทำงานของเครื่องปรับอากาศ
 - 2.1 วัสดุและอุปกรณ์
 - 1) เครื่องวัดความเร็วลม รุ่น Testo 425 จำนวน 1 เครื่อง
 - 2) แผ่นกระดาษแข็งขนาด 30 x 50 เซนติเมตร จำนวน 3 แผ่น
 - 3) นาฬิกาจับเวลา รุ่น Jusso จำนวน 1 เครื่อง

- 4) เครื่องวัดความชื้นไฮโกร - เทอร์โมมิเตอร์ (สูง - ต่ำ ดิจิตอล) 1 เครื่อง

2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 การหาความเร็วของอากาศและความชื้น

- 1) นำกระดาษแข็งม้วนเป็นวงกลมให้เท่ากับพัดลมระบายอากาศ นำไปครอบที่ด้านบนช่องพัดลมระบายอากาศ โดยทดลอง 2 วิธี คือเปิดเครื่องปรับอากาศให้ทำงานตามปกติแต่ไม่เปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้ง และเปิดเครื่องปรับอากาศให้ทำงานตามปกติ พร้อมกับเปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งให้ทำงานพร้อมกัน
- 2) วัดความเร็วของอากาศและความชื้นเข้าและออกแผงรังผึ้งทั้งด้านข้างแผงด้านหลังแผงและด้านบน และด้านล่างช่องระบายอากาศ จับเวลา 3 นาที
- 3) บันทึกผล



รูปที่ 2 เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งระบบ Cooling Pad

3. การทดลองหาอุณหภูมิผิวท่อของอุปกรณ์ในเครื่องปรับอากาศ

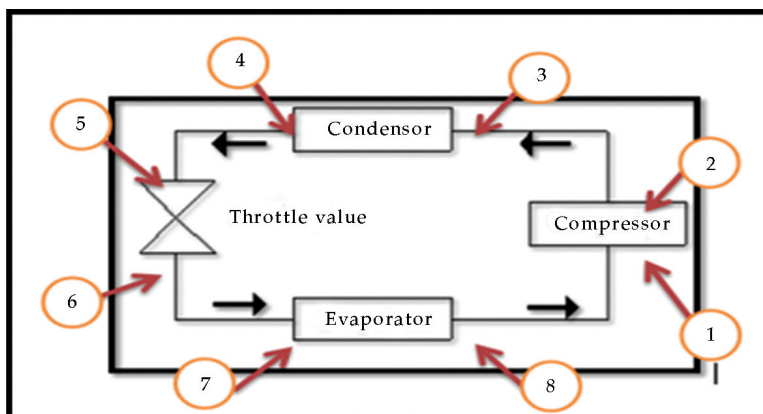
3.1 วัสดุและอุปกรณ์

- 1) อุปกรณ์ในเครื่องปรับอากาศคือ คอนเดนเซอร์ คอมเพรสเซอร์ อีวาพอเรเตอร์ และ วาล์วลดความดัน
- 2) เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟาเรด รุ่น Testo 830-T1 จำนวน 1 เครื่อง
- 3) ตลับเมตรขนาด 5 เมตร จำนวน 1 อัน
- 4) เวอร์เนียคาลิเปอร์ จำนวน 1 อัน
- 5) สมุดจดบันทึก 1 เล่ม

3.2 วิธีการทดลอง

- 1) ตรวจสอบความพร้อมและเปิดเครื่องวัดอุณหภูมิ
- 2) ทำการทดลอง 2 วิธี คือเปิดเครื่องปรับอากาศให้ทำงานตามปกติแต่ไม่เปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งและเปิดเครื่องปรับอากาศให้ทำงานตามปกติและเปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งให้ทำงานพร้อมกัน

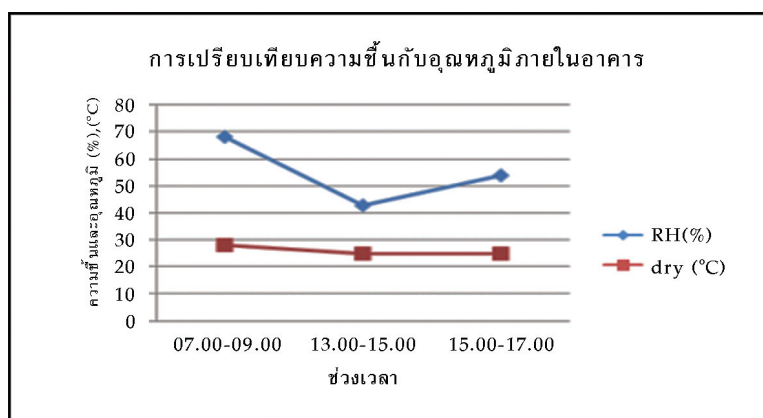
- 3) ยิงเครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรดไปตามจุดต่าง ๆ ของอุปกรณ์ในเครื่องปรับอากาศ ดังรูปที่ 3 โดยแต่ละจุดที่ยิงเครื่องวัดมีความยาวเท่ากับ 8 เซนติเมตร และวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อในแต่ละจุดที่ทำการทดลอง
- 4) บันทึกผล



รูปที่ 3 ตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิผิวท่อเครื่องปรับอากาศ

ผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาอุณหภูมิภายในและภายนอกห้องขณะที่เครื่องปรับอากาศทำงานร่วมกับแผงรังผึ้ง



รูปที่ 4 ความชื้นกับอุณหภูมิภายในอาคาร

จากรูปที่ 4 พบว่าช่วงเวลาที่มีความชื้นต่ำสุดคือช่วงเวลา 13.00 - 15.00 น. โดยที่เปิดเครื่องปรับอากาศร่วมกับแผงรังผึ้งพบว่าในช่วงเวลา 07.00 - 09.00 น. มีความชื้นสูงสุดเนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวยังไม่เปิดเครื่องปรับอากาศ จึงทำให้ความชื้นภายในสูงกว่าปกติและอุณหภูมิสูงด้วยเช่นกัน

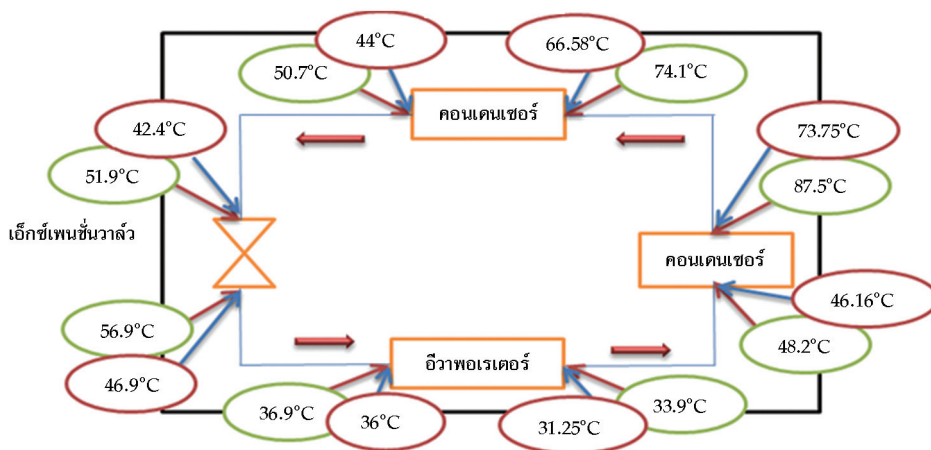
และเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศตั้งแต่ 09.00 น. เป็นต้นไป พบว่าความชื้นของอากาศภายในจะลดลง และต่ำสุดในช่วงเวลา 13.00 - 15.00 น. อุณหภูมิก็จะต่ำลงเมื่อปิดเครื่องปรับอากาศ เวลา 16.00 น. หลังจากนั้นทำให้สภาพอากาศภายในมีความชื้นและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น

2. ผลการหาอุณหภูมิ ความเร็วของอากาศ และความชื้นเข้า - ออกแ่งรังผึ้งร่วมกับการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

1) อุณหภูมิก่อนเข้าแ่งรังผึ้งและออกแ่งรังผึ้งขณะไม่เปิดน้ำผ่านแ่งเท่ากับ 34.76 ± 0.38 และ 32.82 ± 1.01 องศาเซลเซียส ความเร็วลมเท่ากับ 1.39 ± 0.01 และ 1.75 ± 0.08 เมตร/วินาที และความชื้นเท่ากับ 40.00 ± 0.07 และ 41.80 ± 0.83 เปอร์เซ็นต์

2) อุณหภูมิก่อนเข้าแ่งรังผึ้งและออกแ่งรังผึ้งขณะเปิดน้ำผ่านแ่งเท่ากับ 36.26 ± 0.38 และ 34.30 ± 0.23 องศาเซลเซียส ความเร็วลมเท่ากับ 0.90 ± 0.05 และ 0.92 ± 0.01 เมตร/วินาที และความชื้นเท่ากับ 56.80 ± 1.10 และ 58.40 ± 0.55 เปอร์เซ็นต์

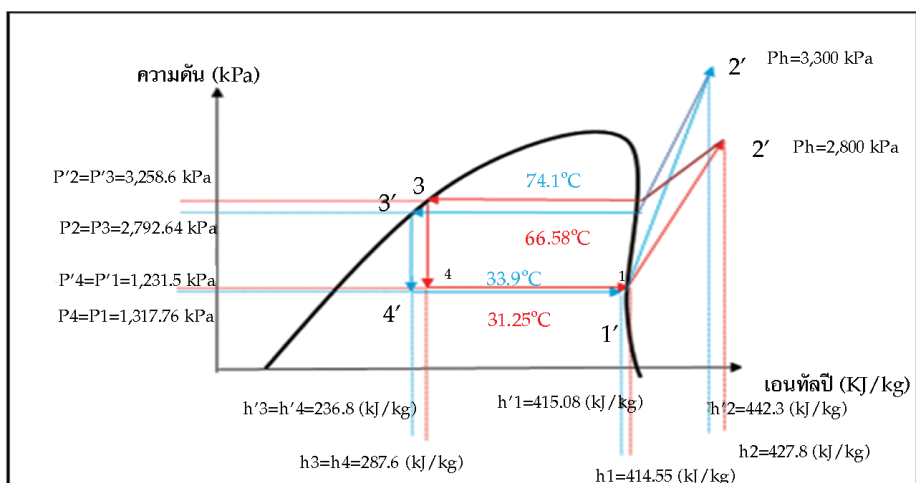
3. ผลการทดลองหาอุณหภูมิผิวท่อขณะเปิดและไม่เปิดน้ำผ่านแ่งรังผึ้งของเครื่องปรับอากาศ
อุณหภูมิผิวท่อขณะไม่เปิดน้ำและเปิดน้ำผ่านแ่งรังผึ้งบริเวณทางออกคอมเพรสเซอร์เท่ากับ 87.5 และ 73.75 องศาเซลเซียส และบริเวณก่อนเข้าคอนเดนเซอร์เท่ากับ 74.10 และ 66.58 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 อุณหภูมิผิวท่อขณะเปิดและไม่เปิดน้ำผ่านแ่งรังผึ้ง

หมายเหตุ ————— ไม่เปิดน้ำผ่านแ่งรังผึ้ง
————— เปิดน้ำผ่านแ่งรังผึ้ง

ผลของประสิทธิภาพการทำความเย็นหลังการเปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้ง คอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิลดลง จึงสรุปได้ว่าการดึงความร้อนออกมาดีกว่าไม่เปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้ง ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ประสิทธิภาพการทำความเย็นขณะเปิดและไม่เปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้ง

หมายเหตุ — ไม่เปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้ง
— เปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้ง

4. ปริมาณพลังงานและค่าไฟฟ้าจากการติดตั้งระบบ Cooling Pad

พลังงานขณะเปิดเครื่องปรับอากาศแต่ไม่เปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งเท่ากับ 75.56 หน่วยต่อวัน และเปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งเท่ากับ 64 หน่วยต่อวัน พลังงานลดลง 16.41 เปอร์เซ็นต์ และค่าไฟฟ้าขณะเปิดเครื่องปรับอากาศแต่ไม่เปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งเท่ากับ 200.09 บาทต่อวัน และเปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้งเท่ากับ 167.27 บาทต่อวัน ค่าไฟฟ้าลดลง 16.40 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พลังงานและค่าไฟฟ้าขณะไม่เปิดและเปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้ง

ลำดับที่	ชื่อ	หน่วยต่อวัน	บาทต่อวัน
1	พลังงานและค่าไฟขณะเปิดเครื่องปรับอากาศแต่ไม่เปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้ง	76.56	200.09
2	พลังงานและค่าไฟขณะเปิดเครื่องปรับอากาศและเปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้ง	64	167.27
3	เปรียบเทียบพลังงานและค่าไฟขณะไม่เปิดและเปิดน้ำผ่านแผงรังผึ้ง	12.56	32.82

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย และขอขอบคุณอาจารย์สาขาวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัย อนุเคราะห์สถานที่เครื่องจักร อุปกรณ์ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ และอำนวยความสะดวกในการดำเนินงาน และจัดเก็บข้อมูลตลอดจนการจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

References

- Juntima Teangboranatrurn. (2552). Assessment tools. 6th Roumsaan Co., LTD. Bangkok
- Napadol Mandajitra. (2553). The study to improve the efficiency of thermal power plants. Include case studies. Access (25 July 2014). Available ([http/ /www.erc.or.th](http://www.erc.or.th))
- Nattavoot Ruboon. (2555). Research to reduce the temperature of the air conditioning large. Engineering Programs. Rajamangala University of Technology Isan. Khonkaen campus
- Sopon Shinsuwan. (2552). To reduce the temperature of the air before condensing unit of the air-conditioned using heat pipes vibrating loop. Access (27 July 2014). Available ([http/ /www.en.kku.ac.th](http://www.en.kku.ac.th))
- Surapon Plukpanichaja. (2529). The cycle of conditioning. Access (25 August 2014). Available ([http/ /www.research.eng.ku.ac.th](http://www.research.eng.ku.ac.th))
- Wachara Mangvitithgoon. (2544). Conditioning system diagrams. Processes and techniques to safe-energy costs for buildings and industrial facilities. Energy Conservation Center of Thailand. Bangkok
- Weerapan Dountongsook and Pitoon Chivongsa. (2552). Performance comparison of cir-conditioned modular the condenser cooling with water vapor. Engineering of the University Southeast Asia 5th. No. 1. pp. 1-10