

ETM-110

การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ โดยการพ่นละอองน้ำที่คอยล์ร้อน

เชาวลิต ดีน้ำ, กิตติพงษ์ เชาจารีก

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล (กำแพงแสน) ม. เกษตรศาสตร์ (กำแพงแสน), นครปฐม, 73140
โทร 66-34-281075, แฟกซ์ 66-34-355310, E-mail : fengpdpr@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ออกแบบและพัฒนา ชุดสำเร็จพร้อมติดตั้ง ของอุปกรณ์เพิ่มขีดความสามารถระบายความร้อน เพื่อลดค่าใช้จ่ายในส่วนเครื่องปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ โดยใช้วิธีการพ่นละอองน้ำไปยังคอนเดนเซอร์ด้วยหัวฉีดราคาประหยัด ซึ่งทำให้เกิดการระบายความร้อนที่ดีขึ้น การพ่นละอองน้ำจะควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งสามารถตั้งค่าช่วงเวลาการพ่นและช่วงเวลาหยุดการพ่นที่เหมาะสมได้ ชุดอุปกรณ์ออกแบบมาเป็นแบบสำเร็จโดยสามารถยึดติดกับตัวคอนเดนเซอร์ได้โดยง่าย และมีช่องต่อเข้ากับวาล์วน้ำ ที่ใช้ตามบ้านได้โดยสะดวก แผงควบคุมสามารถต่อพ่วงกับช่องจ่ายไฟภายในตัวคอนเดนเซอร์ ผลการทดสอบพบว่า ชุดสำเร็จนี้ติดตั้งได้โดยง่าย สามารถลดพลังงานของเครื่องปรับอากาศขนาด 36,000 Btu/hr ได้ประมาณ 15% โดยคิดเป็นเวลาคู่มืออยู่ที่ 7 เดือน และคิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ประมาณ 540 บาท ต่อเดือน

คำสำคัญ ระบบปรับอากาศ การพ่นละอองน้ำ พลังงานไฟฟ้า

ABSTRACT

The work designed and developed knock down equipment to improve energy efficiency of on unitary split type air conditioner. The knock down equipment can be easily installed on the condenser. The conceptual of partial water cool was applied in this work. The water spray nozzle was installed to spray water onto upstream side of condenser coil. The water spray on-off cycle can be adjusted and was controlled by microcontroller. On-off cycle time is digital display. The solenoid valve was equipped to turn on-off water flow. The results shown that the water spray unit can improve energy efficiency of 36,000 Btu/hr air conditioner by around 15% and Pay Back Period 7 months. It can estimate that the electricity bill was saved 540 Bath per month.

Keywords: Air conditioning systems, water spray, Energy

ETM-110

1.บทนำ

เนื่องจากประเทศไทยมีสภาพอากาศร้อนชื้น ซึ่งในแต่ละปี อุณหภูมิจะมีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้นจึงมีการใช้พลังงานมากขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานที่ใช้ในการปรับอากาศซึ่งเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอัตราการใช้พลังงานสูง คิดเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานถึง 60%[1] แต่ในขณะเดียวกัน ประเทศไทยกำลังประสบปัญหาในด้านพลังงานที่มีจำนวนลดน้อยลง ประกอบกับจำนวนประชากรที่เพิ่มสูงขึ้นและการเติบโตทางเศรษฐกิจ การพัฒนาสาธารณูปโภคพื้นฐาน รวมทั้งการพัฒนาด้านคุณภาพชีวิตของสังคมโดยรวม ในช่วง เดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ ของปี พุทธศักราช 2557 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานสูงถึง 12,390 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ โดยเพิ่มขึ้นจากช่วงเดือนเดียวกันนี้ของปี 2556 ร้อยละ 0.7 คิดเป็นมูลค่าการใช้พลังงานกว่า 311,755 ล้านบาท ทั้งนี้สาขาที่มีการใช้พลังงานสูงสุดคือสาขาอุตสาหกรรมคิดเป็นพลังงานร้อยละ 37.1 ของการใช้พลังงานทั้งหมด ในส่วนของสาขาการขนส่ง, บ้านเรือน, ธุรกิจการค้าเกษตรกรรม คิดเป็นร้อยละ 35.4, 15.1, 7.2 และ 5.2 ตามลำดับ ซึ่งในช่วงสองเดือนแรกของปี 2557 ประเทศไทยมีการนำเข้าพลังงานคิดเป็นมูลค่ากว่า 324 พันล้านบาท[2] ดังนั้นจึงมีการหาแนวทางในการลดการใช้พลังงาน โดยเฉพาะด้านการปรับอากาศในภาคครัวเรือน ทั้งนี้ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศโดยการพ่นละอองน้ำที่คอยล์ร้อนเพื่อช่วยในการระบายความร้อน ทั้งนี้หากนำวิธีการดังกล่าวไปใช้ในทุกภาคส่วน ประเทศไทยจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถลดการนำเข้าพลังงานได้มากขึ้น นอกจากนั้นยังสามารถใช้พลังงานได้ยาวนานยิ่งขึ้นด้วย

ซึ่งในปัจจุบันผู้ผลิตสินค้าเครื่องปรับอากาศ บางรายก็ได้พยายามหาแนวทางในการประหยัด

พลังงานและลดค่าใช้จ่ายโดยใช้หลักการคือ การลดอุณหภูมิของอากาศ ก่อนเข้าไปยังคอยล์ร้อนแต่จะใช้วิธีการที่แตกต่างกันเช่น ใช้ระบบ hybrid plus ทำหน้าที่เสมือนม่านน้ำ ช่วยกรองฝุ่นและสิ่งสกปรก ทำให้คอยล์ร้อนสะอาดอยู่เสมอ และจะส่งผลให้คอมเพรสเซอร์ระบายความร้อนที่อุณหภูมิ ต่ำลง จึงทำงานน้อยลง ทำให้ประหยัดไฟฟ้าได้มากขึ้น[3] ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้การฉีดพ่นละอองน้ำไปยังคอยล์ร้อนโดยตรงดังนั้นจึงมีวิธีการที่แตกต่างกันแต่มีวัตถุประสงค์เดียวกันคือ ลดการใช้พลังงานให้ได้มากยิ่งขึ้น

ในท้ายที่สุดการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็น จะเป็นแนวทางสำคัญในการลดอัตราการใช้พลังงานรวมของประเทศและ นำไปสู่การอนุรักษ์พลังงานที่ยั่งยืนต่อไปในอนาคต

2.วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 2.1 ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ โดยการพ่นละอองน้ำที่คอยล์ร้อน
- 2.2 ออกแบบและสร้างชุดอุปกรณ์สำเร็จ ต่อระบบระบายความร้อน โดยการพ่นละอองน้ำที่คอยล์ร้อน
- 2.3 เปรียบเทียบระบบก่อนพัฒนาและหลังพัฒนาว่ามีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเท่าใด
- 2.4 เพื่อสร้างอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อใช้ในการวิจัยพัฒนา หรือ ผลิตภัณฑ์

3.อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ในการออกแบบชุดอุปกรณ์ ที่ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ นั้น จะมีการออกแบบทั้งหมดอยู่ 3 ส่วนคือ

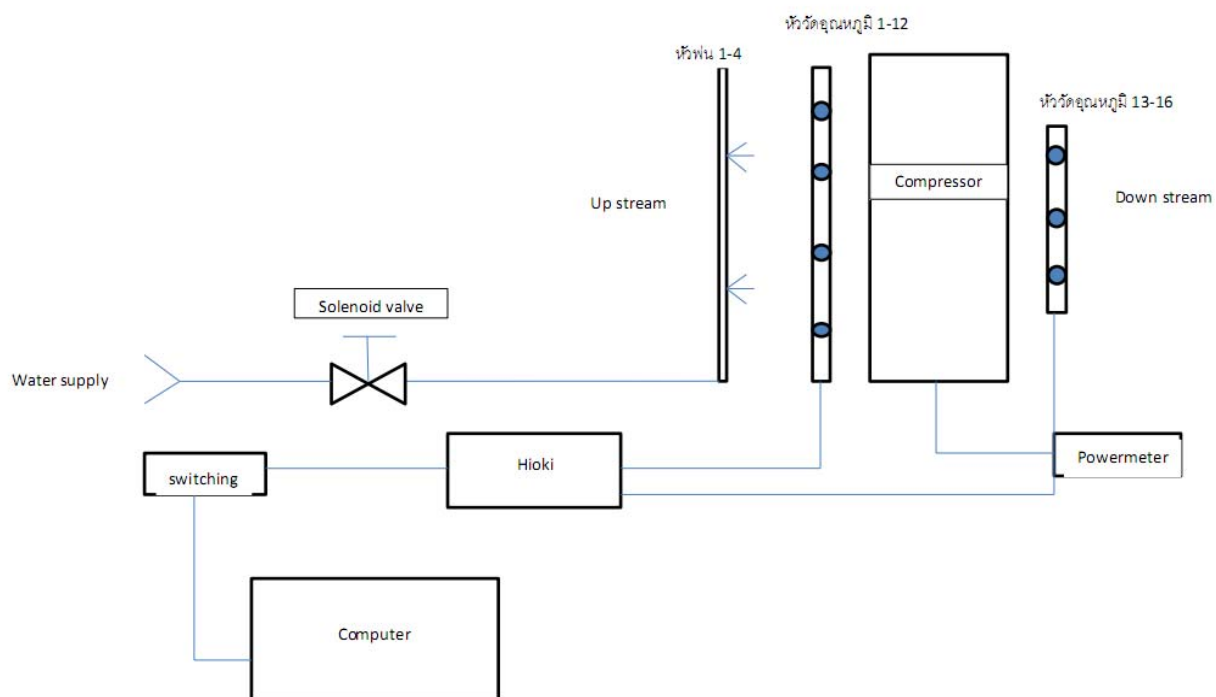
1. การออกแบบอุปกรณ์

ETM-110

2. การออกแบบระบบควบคุมโซลินอยด์วาล์ว
3. วิธีการทดลอง

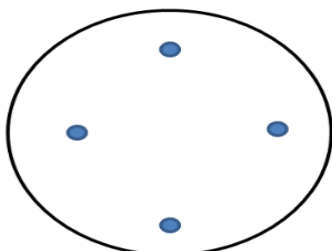
3.1 การออกแบบอุปกรณ์

การทำงานของระบบการวัดจะเริ่มการทำงานที่ใช้ Power meter ในการวัดกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับ Compressor ส่วนการวัดอุณหภูมิเริ่มจากการวัดฝั่งทางด้าน Up stream โดยจะใช้หัววัดที่ 1-12 เป็นตัววัด และวัดอุณหภูมิฝั่งทางด้าน Down stream โดยจะใช้หัววัดที่ 13-16 และวัดความเร็วลมทางด้าน Up stream โดยทำการออกแบบดังรูปที่ 3.1

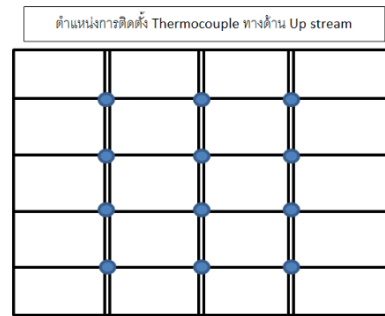


รูปที่ 3.1 การทำงานของระบบการวัด
การวางตำแหน่งของ Thermocouple ทั้งสอง
ด้านแสดงดัง รูปที่ 3.2 และ รูปที่ 3.3

ตำแหน่งการติดตั้ง Thermocouple ทางด้าน Down stream



รูปที่ 3.2 ตำแหน่งการติดตั้ง Thermocouple
ทางด้าน Down stream



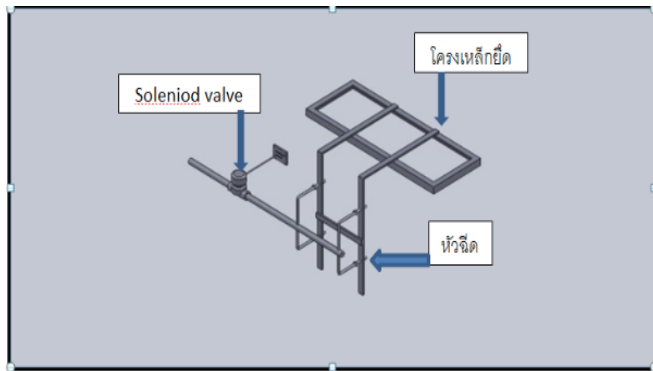
รูปที่ 3.3 ตำแหน่งการติดตั้ง Thermocouple ทางด้าน
Up stream

เมื่อ Thermocouple ทำการวัดจะส่งค่าที่ได้มายังเครื่องอ่านค่า Hioki ซึ่งจะต่อเข้ากับ computer และใช้โปรแกรม LabView เป็นตัวอ่านค่าจากเครื่อง Hioki ทางด้าน Power meter จะต่อเข้ากับสายไฟที่จ่ายไฟให้กับชุด compressor เพื่อวัดกำลังไฟฟ้า

การออกแบบโครง และการออกแบบหัวฉีดน้ำเริ่มที่การวัดขนาดพื้นที่ของแผงระบายความร้อน เพื่อ

ETM-110

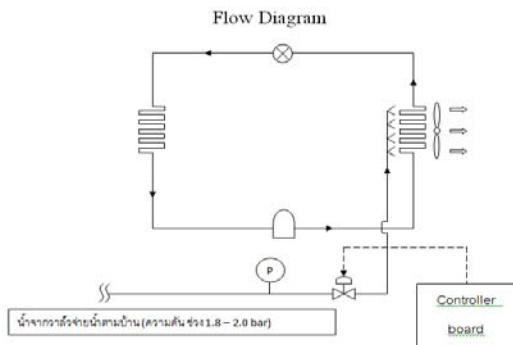
นำมาวิเคราะห์ จะต้องใช้หัวฉีดน้ำกี่หัว ซึ่งที่ใช้ในการทดลองนี้จะใช้หัวฉีดน้ำทั้งหมด 4 หัวฉีด โดยใช้สายยางต่อจากหัวฉีดแต่ละหัวมายังท่อสายยางหลัก สายยางหลักก็จะต่อเข้ากับเกจวัดความดันแล้วจึงต่อเข้ากับก๊อกน้ำพอดี โดยทำการออกแบบดัง รูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แบบโครงเหล็กโดยใช้โปรแกรม

Solidwork

การออกแบบระบบการควบคุมน้ำ ตาม Flow diagram ดังรูปที่ 3.5



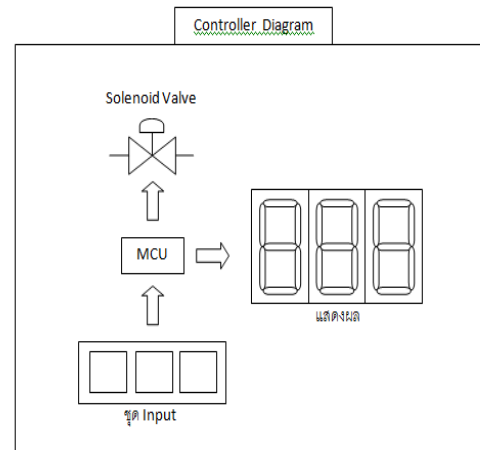
รูปที่ 3.5 แสดง diagram ของวงจรวัด

3.2 การออกแบบระบบควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำที่ฉีดพ่นไปยังแผงระบายความร้อนนั้น เปียกชุ่มจนเกินไปแล้วเกิดน้ำหยดนองที่พื้นซึ่งก็จะเป็นการสิ้นเปลืองน้ำอีกด้วย จึงทำการออกแบบและสร้างเครื่องตั้งเวลาเปิด-ปิด โซลินอยด์วาล์วน้ำ

การออกแบบระบบควบคุมโซลินอยด์วาล์ว การใช้ Microcontroller เป็นตัวควบคุม ซึ่งวงจร

ควบคุมและการต่อวงจรนั้นใช้โปรแกรม Altium Designer 2013 ในการวาดและออกแบบ และสร้างวงจรควบคุมขึ้นมาตามรูปที่ 3.6 และ 3.7



รูปที่ 3.6 แสดง Controller Diagram



รูปที่ 3.7 PCB Board และ แผ่นปริ้น

การออกแบบการควบคุม Microcontroller โดยการใช้ โปรแกรม Keil ในการเขียนภาษา C และ โหลดเข้าไปในตัว Microcontroller โดยใช้โปรแกรม Window Serial Downloader(wsd) เพื่อสร้าง function การใช้งานของเครื่องตั้งเวลาการเปิด - ปิด โซลินอยด์วาล์ว โดยการออกแบบ ภาษา C นั้น

การออกแบบเครื่องวัดอุณหภูมิโดยใช้ Thermocouple วัดอุณหภูมิที่แผงคอยล์ร้อนโดยจะใช้ หัววัดอุณหภูมิ ทั้งหมด 12 หัว และแบ่งการวัดเป็น 2 ประเภท คือ วัด อุณหภูมิกระเปาะแห่ง 6 หัว

ETM-110

อุณหภูมิกระเปาะเปียก 6 หัว ดังรูปที่ 3.8 ซึ่งค่าที่ได้จะออกมาเป็น Volt แล้วแปลงค่า Volt ที่วัดได้เป็นอุณหภูมิ โดยทำการ calibrate ค่าอุณหภูมิของแต่ละหัววัดจากเครื่อง ตั้งอุณหภูมิ



ภาพที่ 3.8 ชุดวัดอุณหภูมิ 12 หัว

3.3 วิธีการทดลอง

1 ติดตั้งชุดหัววัดและอุปกรณ์การวัดเข้ากับชุดคอยล์ร้อน ตามรูปที่ 3.9 และ รูปที่ 3.10



รูปที่ 3.9 การติดตั้งชุดคอยล์ร้อน

- 2 ติดตั้งบอร์ดเข้ากับ solenoid valve
- 3 ตั้งค่าการทำงานเวลาเปิด ปิด ที่บอร์ดเพื่อส่งค่าการเปิดปิดไปที่ solenoid valve ตามค่าที่ต้องการทดลอง โดยจะแบ่งออกเป็น 3 การทดลองจะมีการตั้งค่าเวลาที่ต่างกันออกไป
- 4 ทำการทดลองตามการทดลองที่ 1 2 และ 3 วัดค่าและบันทึกผลการทดลอง ตามภาพที่ 4.2



รูปที่ 3.10 การวัดค่าต่างๆของการทดลอง

3.4 สมการที่ใช้ในการคำนวณ

แสดงวิธีการคำนวณ ค่ากำลังไฟฟ้า

$$\dot{V} = \text{อัตราการไหล (m}^3/\text{s)}$$

$$A = \text{พื้นที่คอยล์ที่อากาศไหลผ่าน (m}^2)$$

$$V = \text{ความเร็วของอากาศ (m/s)}$$

$$\rho = \text{ความหนาแน่นของอากาศ (kg/m}^3)$$

$$\dot{m} = \text{อัตราการไหลมวล (kg/s)}$$

$$h = \text{Enthalpy ของแต่ละจุด (kJ/kg)}$$

$$v = \text{ปริมาตรจำเพาะ (m}^3/\text{kg)}$$

$$Q_H = \text{พลังงานความร้อนที่คาย (kW)}$$

$$Q_L = \text{พลังงานความร้อนที่ดูด (kW)}$$

$$\dot{W} = P \text{ กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับระบบ (kW)}$$

$$\dot{V} = AV \quad (1)$$

สูตรการหาอัตราการไหล

$$\dot{m} = \rho \dot{V} = \frac{1}{v} \dot{V} \quad (2)$$

สูตรการหาอัตราการไหลมวล

$$Q_L = \dot{m}(h_i - h_e) \quad (3)$$

สูตรการหาพลังงานความร้อนที่ดูด

$$Q_H = \dot{m}(h_e - h_i) \quad (4)$$

สูตรการหาพลังงานความร้อนที่คาย

$$\dot{W} = Q_H - Q_L \quad (5)$$

สูตรการหา กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้ระบบ

$$COP = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} \quad (6)$$

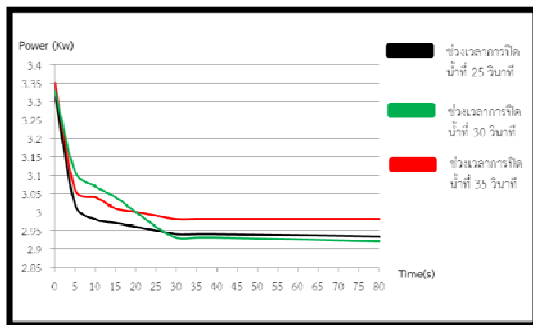
สูตรการหาประสิทธิภาพการทำควาเย็น

4. การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 ทดลองหาค่าช่วงเวลาการทำงานที่น้อยที่สุด โดยทดลองเก็บข้อมูลด้วยกัน 3 ค่าคือ ตั้งเวลาปิดน้ำที่ 25 วินาที 30 วินาที และ 35 วินาทีและ

ETM-110

เวลาในการเปิดน้ำที่ 30 วินาที เพื่อหาค่าที่ประหยัดที่สุด และนำค่าดังกล่าวมาใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไป



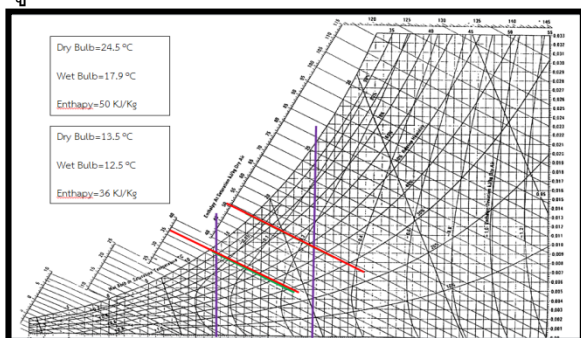
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการปิดน้ำเป็นเวลา 35 วินาที

การฉีดน้ำที่เวลา 30 วินาที มีค่ากำลังไฟฟ้าต่ำที่สุดจึงใช้ค่าที่ประหยัดที่สุดจากการทดลองนี้ นำมาใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไปคือใช้ ปิดน้ำ 30 วินาที เปิดน้ำ 30 วินาที เป็นค่าการทดลองในขั้นตอนต่อไป

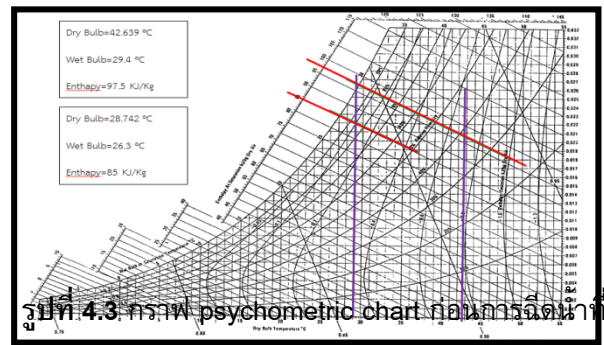
4.2 การทดลองที่ 2 นำช่วงการพ่นน้ำที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 มาทำการทดลองเพื่อคำนวณประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ทั้งก่อนการฉีดน้ำและหลังฉีดน้ำ

แสดงการคำนวณก่อนการฉีดน้ำ

ก่อนการฉีดได้มีการเก็บข้อมูลที่คอยล์เย็นและคอยล์ร้อนนำมาคำนวณและเขียนกราฟได้ ดังรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3



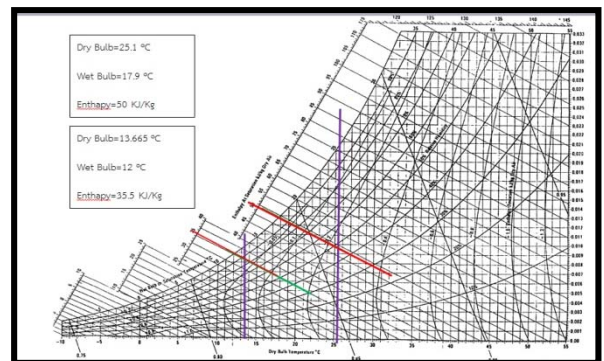
รูปที่ 4.2 กราฟ psychrometric chart ก่อนการฉีดน้ำที่คอยล์เย็น



คอยล์ร้อน

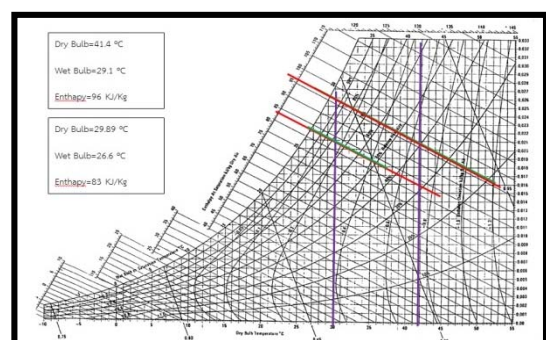
แสดงการคำนวณหลังการฉีดน้ำ

หลังการฉีดได้มีการเก็บข้อมูลที่คอยล์เย็นและคอยล์ร้อนนำมาคำนวณและเขียนกราฟได้ ดังรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 กราฟ psychrometric chart หลังการฉีดน้ำที่

คอยล์เย็น



รูปที่ 4.5 กราฟ psychrometric chart หลังการฉีดน้ำที่

คอยล์ร้อน

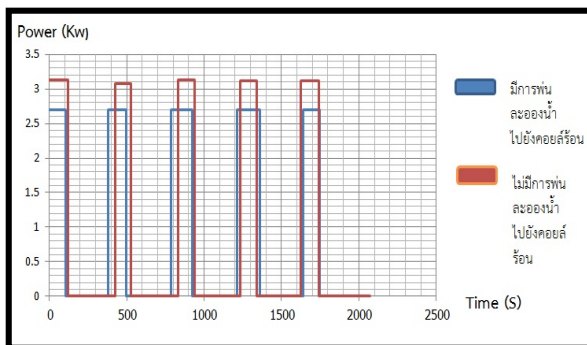
จากการวัดค่ากำลังไฟฟ้าก่อนฉีดได้เท่ากับ 3.48 kw หลังฉีดน้ำวัดได้ 2.98 kw นำค่าทั้งสองมาคิด ส่วนต่างของค่าไฟฟ้าได้เท่ากับ 0.5 kw ซึ่งเครื่องปรับอากาศทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน และทำงาน

ETM-110

20 วันต่อเดือน ทำให้สามารถคำนวณการประหยัดกำลังไฟฟ้าได้ 80 kwh/เดือน อัตราค่าไฟ kwh ละ 3 บาททำให้ประหยัดค่าไฟลงไปได้ 240 บาทต่อเดือน

4.3 การทดลองที่ 3 การประมาณค่าไฟฟ้าจากการปั้มน้ำ การทดลองนี้เลือกใช้ปั้มน้ำยี่ห้อ LUCKY PRO POWERFUL รุ่น LW-155EA พบว่ามีการใช้กำลังไฟฟ้า 0.207 กิโลวัตต์ โดย 1 วันทำงาน 8 ชั่วโมง และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 4.5 บาท ดังนั้นจะได้ว่าในระยะเวลาหนึ่งเดือนจะเสียค่าใช้จ่าย จากการปั้มน้ำเท่ากับ 224 บาท

4.4 การทดลองที่ 4 การวัดช่วงการทำงานของเครื่องปรับอากาศระหว่างการฉีดน้ำและไม่ได้ฉีดน้ำ วัดโดยการจับช่วงเวลาการทำงานที่เท่ากัน ได้ผลดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ก่อนฉีดน้ำและหลังฉีดน้ำ

จากภาพที่ 4.6 คิดพื้นที่ใต้กราฟแล้วได้พื้นที่ออกมาดังนี้ คือที่ไม่ฉีดน้ำ ได้เท่ากับ 1730.01 kws หรือ 0.48 kwh และเมื่อฉีดน้ำได้พื้นที่เท่ากับ 1651.17 kws หรือ 0.4586 kwh

ในการทดลองได้ใช้แรงดันน้ำ 2 bar เพราะเหมาะสมที่สุดในการพ่นละอองน้ำให้ออกมาเป็นละอองได้โดยใช้ เกจวัดความดันเป็นตัววัดและหาอัตราการไหลของน้ำเพื่อหาปริมาณน้ำที่ใช้ไปได้โดยการหาจากการจับเวลาว่าใช้น้ำ 1 ลิตร ใช้เวลาเท่ากับ 114.67 วินาทีซึ่งได้อัตราการไหลเท่ากับ 0.5232 ลิตรต่อวินาที จะได้ว่าในหนึ่งวันใช้เครื่องปรับอากาศ 8 ชั่วโมง แต่ในการทดลองฉีดน้ำ 30 วินาที และ ปิด 30

วินาที แสดงว่าเปิดน้ำทั้งหมด 4 ชั่วโมง เท่ากับ 240 นาที ดังนั้นใช้น้ำไปทั้งหมด 125.57 ลิตรต่อวัน โดย 1 เดือนมี 30 วัน คิดเป็นอัตราการใช้น้ำต่อเดือนได้เท่ากับ 3767.1 ลิตรต่อเดือน หรือเท่ากับ 3.7671 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน ซึ่งอัตราค่าน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตรเท่ากับ 8.5 บาท จะได้ว่าหนึ่งเดือนเสียค่าน้ำเท่ากับ 32 บาท ต้องนำค่าน้ำและค่าไฟฟ้าจากการปั้มน้ำไปหักกับค่าไฟที่ประหยัดได้ จะสรุปได้ว่าประหยัดเงินไปได้จริงเท่ากับ $540 - 32 - 224 = 284$ บาทต่อเดือน

5.สรุปผลจากโครงการ

จากการทดลอง สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า จาก 3.48 KW เหลือ 2.98 KW เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ จะได้ว่าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 14.37% และค่า EER มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 26.7% จากเดิม เมื่อคิดเป็นมูลค่าเงินสุทธิ สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ประมาณ 540 บาทต่อเดือน และเมื่อนำค่าน้ำและค่าไฟที่ต้องเสียเพิ่มเติมต่อเดือนมาหักแล้วนั้นจะประหยัดเงินได้จริง 284 บาท เมื่อคิดถึงความคุ้มค่าแล้ว สามารถคืนทุนได้ภายใน 7 เดือน

6.วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง การวัดอุณหภูมิภายในและภายนอกห้อง ก่อนฉีดพ่นละอองน้ำและหลังฉีดเมื่อนำผลที่ได้มาคำนวณแล้ว พบว่าก่อนฉีด มีค่า %Error = 6.351% และ หลังฉีด %Error = 4.97% ซึ่งเกิดจากอุณหภูมิ สภาพแวดล้อมไม่คงที่ เช่น มีผู้ทดลองอยู่ขณะทดลอง อุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม – เป็นแตกต่างกัน รวมทั้งอุปกรณ์ในการทดลอง อาจมีค่า %Error ในอุปกรณ์เพราะในการวัดใช้ Thermocouple วัดอุณหภูมิและต้องแปลงจากหน่วยโอห์ม เป็นหน่วย โวลต์ ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดในการแปลงค่าได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ.
<http://www2.dede.go.th/bhrd/displaycenter/commercial-building.php?sub=2>

ETM-110

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน .

http://www.dede.go.th/dede/images/stories/stat_de/de/sit_57/sit_feb.pdf

[3] SAIJO DENKI.

<http://www.samakkeear.com/-saijo-denki>

[4] การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ

http://www.tds.tu.ac.th/jars/download/jars/v9-1/07%20Field%20efficiency%20of%20Split-Type%20Air%20Conditioners_Thawika.pdf

[5] ระบบปรับอากาศ

http://www2.dede.go.th/bhrd/old/Download/file_ha handbo/Pre_Build/Build_14.pdf

[6] การศึกษาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้ง
แผ่นลดอุณหภูมิร่วมกับอินเวอร์เตอร์

[http://www.kmitl.ac.th/lej/PDFjournal53/Volume27_No4_DEC2553_\(9\)1375.pdf](http://www.kmitl.ac.th/lej/PDFjournal53/Volume27_No4_DEC2553_(9)1375.pdf)