

ผลของการปรับขนาดพัดลมในชุดคอนเดนซิ่งที่มีผลต่อสมรรถนะของระบบปรับอากาศแบบ แยกส่วน

Effect of Fan Sizing in Condensing Unit on Performance of Split-Type Air Conditioners

พิศัลย์ จันมุกดา* และชินรักษ์ เขียรพงษ์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
จังหวัดกรุงเทพ 10520 โทร 0-2737-3000 E-mail: cheer_cd29@hotmail.com

Pisan Junmookda* and Sinluk Thenpong

Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, KMUTL, Bangkok 10520, Thailand

Tel: 0-2737-3000 E-mail: cheer_cd29@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 25,000 Btu/h วิธีการปรับปรุงอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ชุดคอนเดนซิ่งโดยการปรับเปลี่ยนใบพัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และปรับปรุงมุมมองของใบพัด เปรียบเทียบผลการทดสอบกับประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) ของเครื่องปรับอากาศและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ซึ่งได้ทำการทดสอบภายใต้มาตรฐานมอก.1155-2536 ตามเงื่อนไข ARI.210/240-84 จากผลการทดสอบในห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบไซโครเมตริกซึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในห้องทดสอบทั้งทางด้านในและด้านนอกให้คงที่ พบว่าเครื่องปรับอากาศที่ปรับปรุงโดยการปรับขนาดใบพัดในชุดคอนเดนซิ่งจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 16 นิ้ว เป็น 18 นิ้ว และ 20 นิ้ว จากผลการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) ของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นก่อนปรับเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดเท่ากับ 25.15% และ 36.07% ตามลำดับ ในการปรับปรุงมุมมองของใบพัดได้เลือกใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้วซึ่งมีค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) สูงสุดมาทำการทดสอบเปรียบเทียบกับใบพัดแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับมุมมองใบพัด พบว่าใบพัดที่ได้มีการปรับปรุงมุมองศาที่มีค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) เพิ่มขึ้น 2.00% ดังนั้นภายใต้ช่วงการทดสอบที่เป็นเงื่อนไขของงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่าการปรับปรุงและพัฒนาในส่วนของใบพัดของชุดคอนเดนซิ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

คำสำคัญ; ขนาดพัดลม/ชุดคอนเดนซิ่ง

Abstract

This paper will examine the increment in Cooling Energy Efficiency Ratio(EER) of a 25,000 Btu/h split-type air conditioner .The paper will also look into the Condensing Unit's heat transfer rate from modified propeller in size and angle, then compare it with the cooling Energy Efficiency Ratio and power consumption from the air conditioner TIS. 1155-2536 under ARI.210/240-84. The result from the lab has shown that Psychrometric air conditioner in controlled temperature and humidity environment both in door and out door has revealed that the modified air conditioner's performance will be more efficiency on energy cooling generation Energy Efficiency Ratio accordingly to its widen propeller size. The broader the propeller's diameter the more efficiency received modified 18 inch propeller will obtain 25.15% on Energy Efficiency, while modified 20 inch will obtain 36.07%, accordingly. For the modification of propeller's angle the paper used the highest energy efficiency generated 20 inch propeller to compare with ordinary unmodified propeller; which resulted to 2% efficiency increased in cooling energy generated from the modified propeller. Thus, it can be conclude that the modified propeller will provide more efficiency in cooling energy generation from air conditioner.

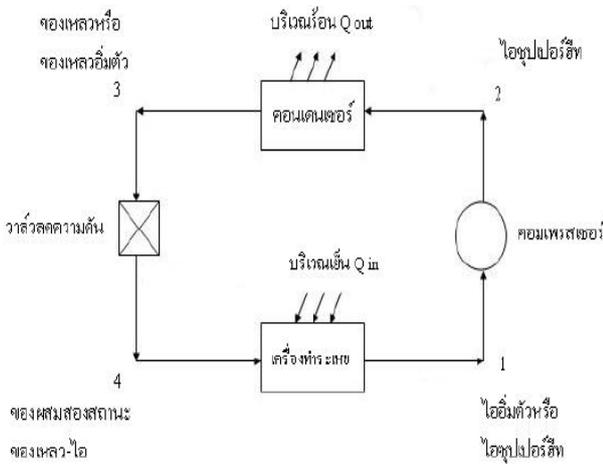
Key words; Propeller size/Condensing unit

1. บทนำ

เครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าค่อนข้างสูง ผู้ใช้จึงต้องตระหนักถึงการจ่ายค่าไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นจึงมีงานวิจัยหลายงานที่ศึกษาเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานให้กับเครื่องปรับอากาศ โดยที่งานวิจัยส่วนมากนั้นจะมุ่งเน้นไปที่การประหยัดพลังงานในส่วนคอมเพรสเซอร์ โดยปรับปรุงส่วนคอนเดนเซอร์และเครื่องระเหย และการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ แต่ไม่ได้กล่าวถึงส่วนสำคัญอีกส่วนของเครื่องปรับอากาศซึ่งก็คือ พัดลมที่ทำหน้าที่ระบายความร้อนของชุดคอนเดนเซอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในการทำหน้าที่ระบายความร้อนหรือถ่ายเทความร้อนออกจากสารทำความเย็น

จากสภาพอากาศของประเทศไทยที่ตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศที่มีอากาศร้อนชื้นเกือบตลอดทั้งปี ซึ่งอากาศมีอุณหภูมิสูง ที่พักอาศัยและอาคารส่วนใหญ่จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อช่วยในการปรับอากาศภายในห้องที่ต้องการให้มีอุณหภูมิเย็นลงและทำให้ผู้พักอาศัยมีความสบาย เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air cooled, split type, Air conditioner) เนื่องจากอากาศที่ใช้ระบายความร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้นอยู่ทุกปี อุณหภูมิของอากาศนั้นมีผลกระทบต่อเครื่องปรับอากาศทำให้ประสิทธิภาพลดลงและมีการใช้กำลังไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น ถ้าสามารถทำให้ชุดคอนเดนเซอร์สามารถถ่ายเทความร้อนได้มากขึ้นกว่าปกติ จะทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศสูงขึ้นและการใช้กำลังไฟฟ้านั้น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาคู่มือเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศโดยการปรับขนาดใบพัดในชุดคอนเดนเซอร์ซึ่งจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 16 นิ้ว เป็น 18 นิ้ว และ 20 นิ้ว และทำการปรับปรุงมุมมองขาของใบพัด

จากปัจจัยด้านการตลาดของเครื่องปรับอากาศที่มีการแข่งขันอย่างรุนแรงในปัจจุบัน ส่งผลให้ผู้ประกอบการต่างให้ความสำคัญกับกลยุทธ์ด้านราคาซึ่งต้องคำนึงถึงต้นทุนในการผลิตเครื่องปรับอากาศ ที่ต้องการให้เครื่องปรับอากาศที่ออกแบบและผลิตขึ้นมีประสิทธิภาพการทำความเย็นสูงสุดและต้นทุนในการผลิตน้อยสุด ดังนั้นการปรับปรุงและพัฒนาในส่วนของใบพัดของชุดคอนเดนเซอร์ซึ่งจึงสอดคล้องกับสภาพการตลาดในปัจจุบัน เนื่องจากมีผลต่อต้นทุนในการผลิตเครื่องปรับอากาศน้อยเมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงในอุปกรณ์ส่วนอื่นของเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 1 แสดงระบบทำความเย็นมาตรฐานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

2. ทฤษฎี

2.1 หลักการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

การวิเคราะห์ซึ่งจะวิเคราะห์ตามกฎข้อที่ 1 ของเทอร์โมไดนามิกส์ โดยวิเคราะห์วัฏจักรการทำความเย็นชนิดอัดไอเบื้องต้น ซึ่งมีอุปกรณ์หลักประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ เอ็กแพนชันวาล์ว และอีแวปอเรเตอร์ ดังรูปที่ 1

2.2 สมมติฐานในการวิเคราะห์ระบบปรับอากาศแบบอัดไอ

ในการวิเคราะห์ตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ จะถือว่า

- (1) ไม่คิดการเปลี่ยนแปลงของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์
- (2) ไม่คิดความดันตกคร่อมผ่านอุปกรณ์ทดสอบ
- (3) สภาวะของสารทำความเย็นก่อนเข้าและออกจากคอมเพรสเซอร์เป็นไออิมัลชันและไอร้อนยิ่งยวดตามลำดับ
- (4) สภาวะของเหลวที่ออกจากคอนเดนเซอร์มีสภาวะเป็นของเหลวอิมัลชันหรือของเหลวเย็นเยือก

ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์สำหรับอุปกรณ์ความร้อนต่างๆ จะถือว่าเป็นระบบปริมาตรควบคุมอาศัยหลักการไหลแบบสม่ำเสมอ จะได้

$$\dot{Q}_{ev} + \sum \dot{m}_i \left[h_i + \frac{v_i^2}{2} + gZ_i \right] = \sum \dot{m}_e \left[h_e + \frac{v_e^2}{2} + gZ_e \right] + \dot{W}_{ev} \quad (1)$$

โดยที่

\dot{Q}_{ev} = อัตราความร้อนที่เข้าและออกจากอุปกรณ์ในระบบ ปริมาตรควบคุม, kW

\dot{m}_i, \dot{m}_e = อัตราการไหลของสารทำความเย็นเข้าและออกจากระบบ, kg/s

h_i, h_e = เอนทัลปีจำเพาะของสารทำความเย็นเข้าและออกจากระบบ, kJ/kg

v_i, v_e = ความเร็วของมวลสารทำความเย็นเข้าและออกจากระบบ, m/s

g = อัตราเร่งของโลกเท่ากับ 9.81, m/s²

Z_i, Z_e = ระยะความสูงจากระดับอ้างอิง, m

\dot{W}_{ev} = งานที่ได้หรืองานที่ให้กับอุปกรณ์ในระบบ, kW

2.3 การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นและอากาศ

$$\dot{Q} = \dot{m}(h_{in} - h_{out}) \quad (2)$$

โดยที่

\dot{Q} = อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องปรับอากาศ, kJ/h

\dot{m} = อัตราการไหลโดยมวลของลมของเครื่องปรับอากาศ, kJ/h

h_{in} = ค่าเอนทัลปีของอากาศส่วนลมด้านทางเข้า, kJ/kg

h_{out} = ค่าเอนทัลปีของอากาศส่วนลมด้านทางออก, kJ/kg

เมื่อ

$$\dot{m} = \frac{\dot{V}}{v_i} \quad (3)$$

โดยที่

$$\dot{V} = \text{อัตราการไหลโดยปริมาตรของลม, m}^3/\text{h}$$

$$V_t = \text{ปริมาตรจำเพาะของลม, m}^3/\text{kg}$$

2.4 สมรรถนะของวัฏจักรในเทอมของสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (COP) และสมรรถนะในเทอมของอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER)

$$\text{COP} = \frac{\text{อัตราความร้อนที่ได้รับจากระบบ}}{\text{งานที่ใส่ให้กับระบบ}} \quad (4)$$

$$\text{COP} = \frac{Q_E}{W_C} = \frac{(h_1 - h_4)}{(h_2 - h_1)} \quad (5)$$

$$\text{EER} = \frac{Q_E}{Q_P} \times 3,412 \quad (6)$$

โดยที่

$$\text{EER} = \text{อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน, } \frac{\text{Btu} / \text{hr}}{\text{W}}$$

$$Q_p = \text{พลังงานที่เข้าสู่ระบบ, W}$$

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ เพื่อใช้ทดสอบขีดความสามารถการทำความเย็น(Cooling capacity) รวมทั้งวัดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ(Power input) เพื่อหาประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) นอกจากนี้ยังสามารถวัดสภาวะการทำงาน ทั้งอัตราการไหล , อุณหภูมิ , ความชื้น , ความดันที่จุดต่างๆในระบบเครื่องปรับอากาศ วิธีการทดสอบเป็นแบบวิธีไซโครเมตริก ห้องทดสอบประกอบด้วย 2 ห้อง ห้องแรกเป็นห้องที่จำลองสภาวะอากาศภายนอกห้องปรับอากาศ ห้องที่สองเป็นห้องที่จำลองสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศ ซึ่งจะถูควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่ตามสภาวะมาตรฐานห้องทดสอบตาม มอก.1155-2536 ตามเงื่อนไข ARI.210/240-84 ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สภาวะมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบเครื่องปรับอากาศ

| รายการทดสอบ | ส่วนด้านในเครื่องปรับอากาศ | | ส่วนด้านนอกเครื่องปรับอากาศ | |
|-------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|
| | อุณหภูมิ | | อุณหภูมิ | |
| | กระเปาะแห้ง (°C) | กระเปาะเปียก (°C) | กระเปาะแห้ง (°C) | กระเปาะเปียก (°C) |
| ความสามารถการทำความเย็น | 27 | 19 | 35 | 24 |

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

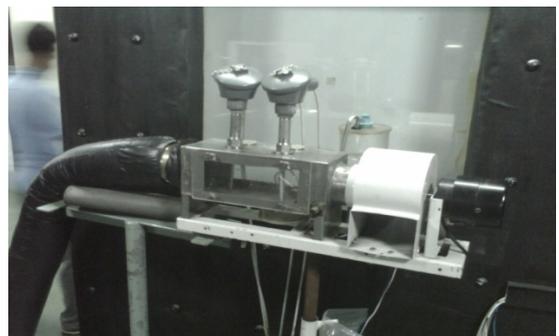
เครื่องมือและอุปกรณ์หลัก

- (1) ชุดทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 25,000 BTU/h
- (2) เครื่องคอมพิวเตอร์บันทึกผล

- (3) Hybrid Recorder "YOKOGAWA" DR232 ความละเอียดในการวัด 0.10%
- (4) Digital Power Meter "YOKOGAWA" WT1030 ความละเอียดในการวัด 0.10%
- (5) Digital Power Meter "YOKOGAWA" WT130 ความละเอียดในการวัด 0.20%
- (6) Digital Indicating Controller ความละเอียดในการวัด ± 0.1% of F.S. ± 1 DIGIT.
- (7) Digital Indicating with Alarm ความละเอียดในการวัด ± 0.1% of F.S. ± 1 DIGIT.
- (8) Resistance Temperature Sensor(RTD.) ความละเอียดในการวัด ± 0.10oC
- (9) Differential Pressure Transmitter ความละเอียดในการวัด ± 0.05 มิลลิเมตรน้ำ
- (10) Gauge Pressure Transmitter ความละเอียดในการวัด ± 0.2 PSIG.
- (11) Power Distributor ความละเอียดในการวัด ± 0.2% of span
- (12) เทอร์โมคัปเปิลแบบ T-TYPE ความละเอียดในการวัด ± 0.5oC หรือ 0.4% of Reading
- (13) Integral Type Megnetic Flow Meter ความละเอียดในการวัด 0.2%
- (14) AC VOLTAGE STABILISER "WATFORD CONTROL" EM 5H-3P-510B-380 ความละเอียด 0.5%
- (15) ท่อเก็บตัวอย่างลมกลับ (Return Air)
- (16) ท่อเก็บตัวอย่างลมส่ง (Supply Air)
- (17) เครื่องวัดปริมาณลมส่ง ตั้งแสดงตั้งรูปที่ 2
- (18) เครื่องวัดอากาศ (Air Sampling) ตั้งแสดงตั้งรูปที่ 3



รูปที่ 2 เครื่องวัดปริมาณลมส่ง(Supply Air)



รูปที่ 3 เครื่องวัดอากาศ (Air Sampling)

3.2 ขั้นตอนวิธีการทดลอง

(1) ทดสอบหาประสิทธิภาพการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศก่อนปรับปรุง

(2) ปรับปรุงส่วนของพัดลมในชุดคอนเดนซึ่งจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 16 นิ้ว เป็น 18 นิ้ว และ 20 นิ้ว และออกแบบปรับปรุงชุดโครงสร้างของคอนเดนซึ่งเพื่อรองรับใบพัดที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

(3) ติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ได้ทำการปรับปรุงแล้วในห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศตั้งรูปที่ 3 ที่มีการควบคุมสภาวะอากาศ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1155-2536 ตามตารางที่ 1

(4) ทำการเดินเครื่องปรับอากาศและตรวจเช็คปริมาณสารทำความเย็นในระบบโดยดูจากความดัน ณ จุดทำงานของสารทำความเย็น หลังจากเครื่องปรับอากาศทำงานจนอุณหภูมิและสภาวะห้องทดสอบได้ตามมาตรฐานการทดสอบ ตามตารางที่ 1 แล้ว และอุณหภูมิและสภาวะห้องทดสอบเข้าสู่จุดคงที่แล้วเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง จึงทำการเก็บข้อมูลต่างๆดังนี้

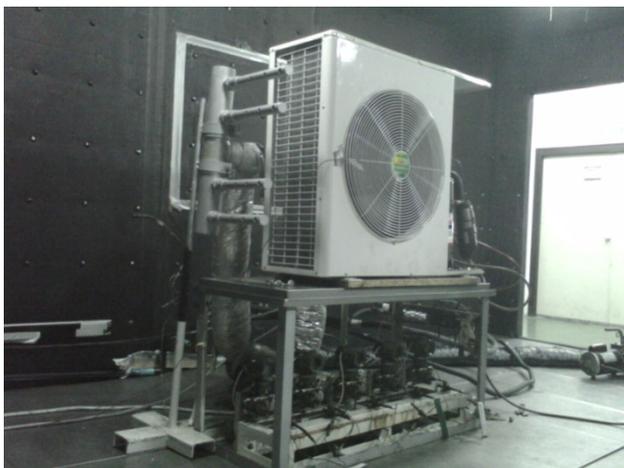
- พลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับเครื่องปรับอากาศ
- อุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกของอากาศ ทั้งส่วนลมส่ง(Supply Air)และส่วนลมกลับ(Return Air) ของชุดแฟนคอยล์
- ปริมาณลมที่ส่วนลมส่ง(Supply Air) ของชุดแฟนคอยล์

ข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งไปยังที่ตู้ควบคุมการทำงานห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศตั้งรูปที่ 4 และทำการบันทึกข้อมูลโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทุกๆ 30 วินาที เป็นระยะเวลา 30 นาที

(5) ทำการคำนวณหาประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) ของเครื่องปรับอากาศทำการปรับปรุงใบพัดแล้ว

(6) เปรียบเทียบผลการทดสอบของเครื่องปรับอากาศก่อนปรับปรุง และหลังทำการปรับปรุงขนาดใบพัด

(7) สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้และการศึกษาต่อไป



รูปที่ 4 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ได้ทำการปรับปรุงแล้วในห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ

3.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพการทำความเย็น (EER)

(1) นำค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกลมจ่ายและลมกลับที่วัดได้ จากเครื่องวัดปริมาณลมส่งซึ่งจะทำงานร่วมกับเครื่องผสมอากาศ ไปหาเอนทาลปี (h) และปริมาตรจำเพาะ(V_f) จากกราฟไซโคเมตริก



รูปที่ 5 ตู้ควบคุมการทำงานห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ

(2) วัดค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้า

- วัดแรงดันไฟฟ้าขณะเครื่องกำลังทำงาน มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)
- วัดกระแสไฟฟ้าขณะเครื่องกำลังทำงาน มีหน่วยเป็นแอมป์ (A)

แล้วคำนวณหากำลังไฟฟ้า(P) ดังนี้ $P(W) = V \times I (\cos \phi)$ โดยที่ $\cos \phi$ เป็นค่า Power Factor

(3) การคำนวณหาขีดความสามารถการทำความเย็น(BTU/h)

$$\text{ขีดความสามารถการทำความเย็น} = \dot{m} \Delta h$$

\dot{m} = อัตราการไหลโดยมวลของลมส่ง(Supply Air)

Δh = ความแตกต่างค่าเอนทาลปีของอากาศระหว่างลมส่ง

(Supply Air) กับลมกลับ(Return Air)

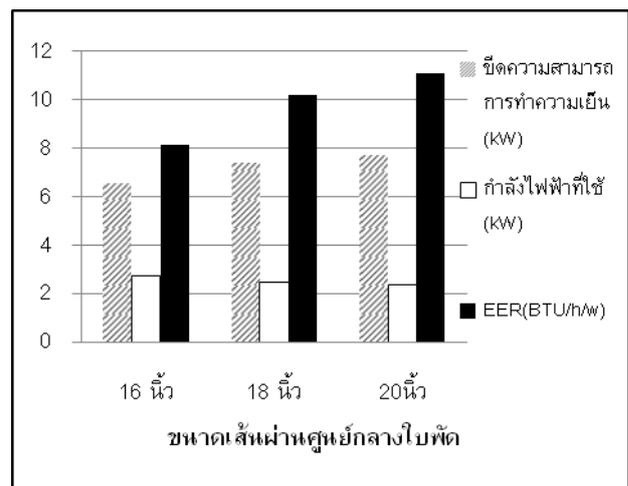
(4) การคำนวณหาประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER)

(BTU/h/W)

EER = ขีดความสามารถการทำความเย็น/กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศ

4. ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) ของเครื่องปรับอากาศที่ปรับปรุงขนาดใบพัด



รูปที่ 6 แสดงผลการทดลองเครื่องปรับอากาศที่มีการปรับปรุงขนาดใบพัด

ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดการทำความเย็น 25,000 BTU/h ที่ทำการปรับปรุงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดที่ชุดคอนเดนซิ่งจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 16 นิ้ว เป็น 18 นิ้ว และ 20 นิ้ว สรุปได้ดังรูปที่ 6 และตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) ของเครื่องปรับอากาศที่มีการปรับปรุงขนาดใบพัด

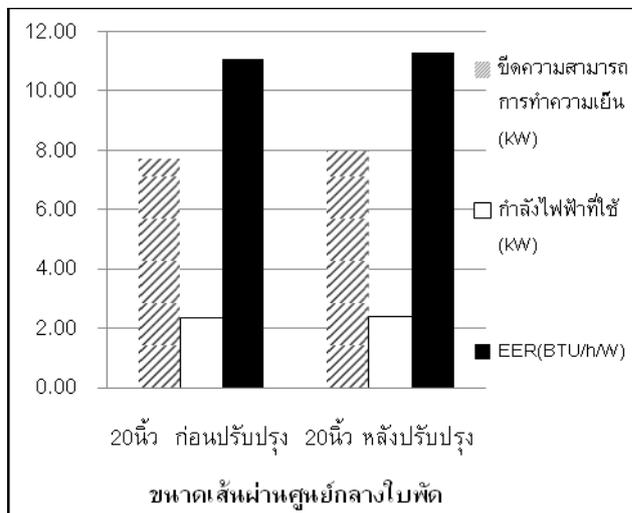
| รายการ | หน่วย | เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด | | |
|-----------------------------------------|---------|------------------------|---------|---------|
| | | 16 นิ้ว | 18 นิ้ว | 20 นิ้ว |
| Total Cooling Capacity | Btuh. | 22,362 | 25,237 | 26,438 |
| | kW. | 6.55 | 7.40 | 7.75 |
| EER. | Btuh./W | 8.15 | 10.20 | 11.09 |
| COP. | W./W. | 2.39 | 2.99 | 3.25 |
| Total Power Consumption | Watt | 2.74 | 2.47 | 2.38 |
| Total Current | Amp | 12.84 | 11.61 | 11.23 |
| มอเตอร์พัดลมชุดคอนเดนซิ่ง | | | | |
| กำลังไฟฟ้า (Output) | Watt | 117 | | |
| ความเร็วรอบ | RPM. | 900 | | |
| กระแสไฟฟ้า | Amp | 0.89 | | |
| อุณหภูมิภายนอกที่คอนเดนซิ่งยูนิต | | | | |
| Entering DB. | °C | 34.99 | 34.98 | 34.9 |
| Entering WB. | °C | 23.89 | 24.18 | 24.23 |
| Leaving DB. | °C | 39.45 | 42.1 | 43.41 |
| ความดันของสารทำความเย็น | | | | |
| ท่อลิควิด | Psig. | 308.6 | 260 | 239.97 |
| ท่อซัคชั่น(ออกจากคอยล์เย็น) | Psig. | 84.7 | 81.2 | 80 |
| ท่อซัคชั่น(เข้าคอมเพรสเซอร์) | Psig. | 81.6 | 78.1 | 76 |
| อุณหภูมิของสารทำความเย็น | | | | |
| ท่อดีสชาร์จ | °C | 34.7 | 34.6 | 74.1 |
| ท่อลิควิด | °C | 52.1 | 42.3 | 38.7 |
| ท่อซัคชั่น(ออกจากคอยล์เย็น) | °C | 10.8 | 9.7 | 9.6 |
| ท่อซัคชั่น(เข้าคอมเพรสเซอร์) | °C | 9 | 7.9 | 8.5 |
| Shell Comp. | °C | 79.1 | 73.1 | 34.6 |
| Subcool | °K | 5.16 | 7.26 | 7.21 |
| Superheat | °K | -0.96 | -0.41 | 0.19 |

ตารางที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบผลการทดสอบเครื่องปรับอากาศที่มีการปรับปรุงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดที่ชุดคอนเดนซิ่งของเครื่องขนาด 25,000 BTU/h จากการทดลองพบว่า ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 18 นิ้ว กำลังไฟฟ้าที่ใช้รวมของเครื่องปรับอากาศลดลง 271W คิดเป็น 10.95% และมีค่าขีดความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้น 2,875 BTU/h คิดเป็น 12.85% และทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ(EER) เพิ่มขึ้น 2.05 BTU/h/W คิดเป็น 25.15%

ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 20 นิ้ว กำลังไฟฟ้าที่ใช้รวมของเครื่องปรับอากาศลดลง 360W คิดเป็น 15.10% และมีค่าขีดความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้น 4,076 BTU/h คิดเป็น 18.22% และทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ(EER) เพิ่มขึ้น 2.94 BTU/h/W คิดเป็น 36.07%

4.2 ผลการทดลองประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) ของเครื่องปรับอากาศที่ปรับปรุงมุมมองตาของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว

ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดการทำความเย็น 25,000 BTU/h ที่ทำการปรับปรุงมุมมองตาใบพัดขนาด 20 นิ้ว เปรียบเทียบกับใบพัดที่ยังไม่ได้ทำการปรับปรุง สรุปได้ดังรูปที่ 7 และตารางที่ 3



รูปที่ 7 แสดงผลการทดลองเครื่องปรับอากาศที่มีการปรับปรุงมุมมองตาของใบพัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดขนาด 20 นิ้ว



รูปที่ 8 แสดงรูปใบพัดขนาด 20 นิ้ว (1)ด้านซ้ายแสดงรูปใบพัดที่ยังไม่ได้ทำการปรับมุมมองตา (2)ด้านขวาแสดงใบพัดที่ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมมองตาของใบพัด

ตารางที่ 3 เป็นการเปรียบเทียบผลการทดสอบเครื่องปรับอากาศที่มีการปรับปรุงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดที่ชุดคอนเดนซิ่งของเครื่องขนาด 25,000 BTU/h จากการทดลองพบว่า ที่ใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ได้ทำการปรับปรุงมุมมองตาใบพัด กำลังไฟฟ้าที่ใช้รวมของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น 19W คิดเป็น 0.79% และมีค่าขีดความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้น 741 BTU/h คิดเป็น 2.80% และทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ(EER) เพิ่มขึ้น 0.22 BTU/h/W คิดเป็น 2.00%

ตารางที่ 3 ผลการทดลองประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) ของเครื่องปรับอากาศที่มีการปรับปรุงมูมองศาของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว

| รายการ | หน่วย | ใบพัดขนาด 20 นิ้ว | |
|-----------------------------------------|--------|-------------------|--------------|
| | | ก่อนปรับปรุง | หลังปรับปรุง |
| Total Cooling Capacity | Btuh. | 26,438 | 27,179 |
| | kW. | 7.75 | 7.97 |
| EER. | Btuh/W | 11.09 | 11.31 |
| COP. | W/W | 3.25 | 3.31 |
| Total Power Consumption | Watt | 2.38 | 2.40 |
| Total Current | Amp | 11.23 | 11.25 |
| มอเตอร์พัดลมชุดคอนเดนซิ่ง | | | |
| กำลังไฟฟ้า (Output) | Watt | 117 | |
| ความเร็วรอบ | RPM. | 900 | |
| กระแสไฟฟ้า | Amp | 0.89 | |
| อุณหภูมิภายนอกที่คอนเดนซิ่งยูนิต | | | |
| Entering DB. | °C | 34.9 | 34.98 |
| Entering WB. | °C | 24.23 | 24.03 |
| Leaving DB. | °C | 43.41 | 44.2 |
| ความดันของสารทำความเย็น | | | |
| ท่อลิควิด | Psig. | 239.97 | 239.3 |
| ท่อซึกชั่น(ออกจากคอลล์เย็น) | Psig. | 80 | 79.3 |
| ท่อซึกชั่น(เข้าคอมเพรสเซอร์) | Psig. | 76 | 75.5 |
| อุณหภูมิของสารทำความเย็น | | | |
| ท่อดีสชาร์จ | °C | 74.1 | 76.5 |
| ท่อลิควิด | °C | 38.7 | 39.6 |
| ท่อซึกชั่น(ออกจากคอลล์เย็น) | °C | 9.6 | 12.3 |
| ท่อซึกชั่น(เข้าคอมเพรสเซอร์) | °C | 8.5 | 12.8 |
| Shell Comp. | °C | 34.6 | 77.5 |
| Subcool | °K | 7.21 | 5.98 |
| Superheat | °K | 0.19 | 5.07 |

5. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 25,000 Btu/h ด้วยวิธีการปรับปรุงอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ชุดคอนเดนซิ่งโดยการปรับเปลี่ยนใบพัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และปรับปรุงมูมองศาของใบพัด เพื่อให้อัตราการถ่ายเทความร้อนออกจากสารทำความเย็นเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นเพิ่มขึ้น EER อัตราการใช้พลังงานไฟฟาลดลง ทำให้สามารถประหยัดไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศได้

ผลการทดลองพบว่าเครื่องปรับอากาศที่ปรับปรุงโดยการปรับขนาดใบพัดในชุดคอนเดนซิ่งจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 16 นิ้ว เป็น 18 นิ้ว และ 20 นิ้ว จากผลการทดสอบพบว่าค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) ของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นก่อนปรับเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดเท่ากับ 25.15% และ 36.07% ตามลำดับ ในส่วนการปรับปรุงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดจะใช้เงินลงทุน 1,500 บาท

ผลการทดลองในการปรับมูมองศาของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว เปรียบเทียบกับใบพัดแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับมู

องศาใบพัด พบว่าใบพัดที่ได้มีการปรับปรุงมูมองศา มีค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) เพิ่มขึ้น 2.00% ในส่วนการปรับปรุงมูมองศาของใบพัดจะใช้เงินลงทุน 2,500 บาท

ดังนั้นการปรับปรุงและพัฒนาในส่วนของใบพัดของชุดคอนเดนซิ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ และสอดคล้องกับสภาพการตลาดในปัจจุบัน เนื่องจากมีผลกระทบต่อต้นทุนในการผลิตเครื่องปรับอากาศน้อยเมื่อเทียบกับการปรับปรุงอุปกรณ์ส่วนอื่นของเครื่องปรับอากาศ

จากผลการทดสอบเบื้องต้นทำให้ทราบว่าการวิจัยนี้ยังต้องได้รับการพัฒนาและปรับปรุงเพิ่มเติมอีก เช่น ความเร็วรอบของพัดลมที่ชุดคอนเดนซิ่ง การออกแบบทิศทางการไหลของสารทำความเย็นในคอลล์ร้อน เพื่อพัฒนาสมรรถนะของการแลกเปลี่ยนความร้อนให้ดีขึ้นต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

- Powell, G., 1994, "Engineered maintenance' a strategy to increase HVAC efficiency", Strategic planning for energy and the environment, vol. 13, no.4, pp. 36-42.
- สันติ เกื้อกูลกิจการ, 2530, การปรับปรุง EER ของเครื่องปรับอากาศชนิดติดตั้งห้อง, วิทยานิพนธ์สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ญาณวุฒิ สุพิชฌายากร, 2544, "การศึกษาพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ." วารสารโลกพลังงาน ฉบับ 12 (กรกฎาคม-กันยายน 2544), หน้า 9-16
- วิทยา ยงเจริญ และ ธนู วิบูลยานนท์, 2539, พื้นฐานการทำความเย็นและปรับอากาศภาคทฤษฎี, พิมพ์ครั้งที่ 4, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 167 หน้า.
- Stoecker, W.F. and Jones. J. W., 1982, Refrigeration & air conditioning, 2 and., Ed.Singapore, McGraw-Hill, p. 443.
- American Society of Heating and Air Conditioning Engineering, Inc., 1985, ASHRAE Fundamentals Handbook 1985, Georgia, ASHRAE, pp. 22, 1-22.7.
- Carrier Air Conditioning Company, 1965, Handbook of Air Conditioning Design, New York McGraw-Hill, pp. 115-135.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2536, เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องแบบแยกส่วน ระบายความร้อนด้วยอากาศ, 19 หน้า.