

การศึกษาการเพิ่มอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ แบบแยกส่วน

Study of Energy Efficiency Ratio Enhancement of Split-Type Air Conditioner

มนต์ศักดิ์ พิมสาร¹ และ อักษา ทองคำ^{2*}

^{1,2} สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

*ติดต่อ: E-mail: aksa.thong@gmail.com, Tel. 088-1224490

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันธุรกิจเครื่องปรับอากาศมีการแข่งขันค่อนข้างสูง โดยตัวชี้วัดคุณภาพของเครื่องปรับอากาศคือ ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน(EER, Energy efficiency ratio) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศในการทำควมเย็น งานวิจัยนี้เน้นศึกษาการพัฒนาในส่วนของการเพิ่มสมรรถนะของเครื่องระเหยด้วยการใช้ครีบบานเกล็ด ตัวแปรระยะห่างของครีบบานที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยและอัตราการไหลของอากาศถูกนำมาศึกษาด้วยวิธีการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสม ในการทดลองระยะห่างของครีบบานมีค่า 2.117, 1.814, และ 1.588 มิลลิเมตร และอัตราการไหลของอากาศในช่วง 700 - 1170 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที การศึกษาแสดงให้เห็นผลของตัวแปรทั้งสองต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนในรูปแบบของ Colburn j-factor ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน(Friction factor) ที่ชุดแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จากการทดลองพบว่า ความหนาแน่นของครีบบานที่เพิ่มขึ้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนให้เพิ่มมากขึ้น แต่ค่าความดันตกคร่อมที่เกิดขึ้นก็มีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเช่นกัน และการเพิ่มขึ้นของอัตราการไหลของอากาศที่เครื่องระเหยทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้นได้ แต่กำลังไฟฟ้าที่ใช้ก็เพิ่มขึ้นตามและสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน Colburn j-factor ลดลงตาม และเมื่ออัตราการไหลของอากาศมีค่า 990 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที และระยะห่างของครีบบานมีค่า 1.814 มิลลิเมตร จะทำให้อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศสูงสุดที่ค่า 13.23

คำหลัก: เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน, ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน, เครื่องระเหย

Abstract

In present, air conditioning business is highly competitive. A measure of air conditioning quality is energy efficiency ratio, indicating the efficiency of the air conditioner in cooling. This research focuses on the development of evaporator capacity with the use of a louver fin. The parameters used in the experimental study are fin density in evaporator coil and air flow rate. In the experiments, the fin spacing used are 2.117, 1.814, and 1.588 mm, and air flow rate are varied from 700 to 1170 cfm. The study shows effect of these two variables on the heat transfer coefficient in the form of the Colburn j-factor, coefficient of friction in evaporator coil and the energy efficiency ratio of air conditioner. The experimental

results show that if fin density is increased, the heat transfer is also enhanced. However, this results in higher pressure drop. And increase of air flow rate on evaporator coil yields higher heat transfer, but the compressor power input is increased as well and the Colburn j-factor is reduced. Moreover, when air flow rate is 990 cfm and fin spacing is 1.814 mm, the energy efficiency ratio of air conditioning is maximum, 13.23.

Keywords: Split-Type Air Conditioner, Energy efficiency ratio, Evaporator

1. บทนำ

เครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าค่อนข้างสูง ผู้ใช้จึงต้องตระหนักถึงความคุ้มค่าในการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยพิจารณาจากค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน จึงได้มีงานวิจัยหลายงานที่ศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน โดยงานวิจัยส่วนมากจะมุ่งเน้นไปที่การประหยัดพลังงานในส่วนของการคอมเพรสเซอร์ และการเพิ่มสมรรถนะของคอนเดนเซอร์ แต่ไม่ได้กล่าวถึงการเพิ่มสมรรถนะของเครื่องระเหย จากงานวิจัยที่เคยศึกษาครั้งนี้ A.D. Tang and A.M. Jacobi[2] ได้ศึกษาผลกระทบของการเกิดคอนเดนเสทต่อประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนอากาศและความดันตกคร่อมที่แผงคอยล์เย็นของรถยนต์ พบว่าปริมาณของการเกิดคอนเดนเสท และประสิทธิภาพความร้อนเชิงไฮโดรลิกขึ้นอยู่กับระยะห่างของครีป, ระยะห่างของบานเกล็ด, ความกว้างของบานเกล็ด, ความกว้างและมุมของครีปอนุติษฐ์ อันมานะตระกูล และคณะ[4] ได้ศึกษาทดลองหาสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดกลุ่มท่อ โดยติดตั้งครีปชนิดกลมตามขวาง ครีปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตามขวางและครีปสี่เหลี่ยมตามยาว อากาศที่ความเร็วต่างๆ ไหลผ่านกลุ่มท่อเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารทำความเย็น R-22 การทดลองปรับค่าตัวเลขเรย์โนลด์สระหว่าง 21047-113134 พบว่าตัวเลขเรย์โนลด์สมีค่าเพิ่มขึ้นทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมีค่าเพิ่มขึ้น วิษณุ อำไพจิตร[5] ได้ศึกษาการเพิ่มสมรรถนะในการถ่ายเทความร้อนในท่อสี่เหลี่ยมที่มีครีปสามเหลี่ยมและปีกโดยการทำการทดลองที่ สภาวะผิวเป็นแบบฟลักซ์ความร้อนที่ผิวคงที่ และของไหลที่ใช้ในการทดลองคือ

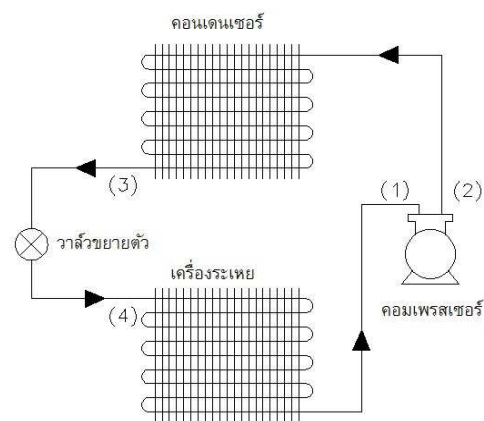
อากาศ ในการทดลองจะใช้ ความเร็วอากาศต่างๆ กัน โดยค่าตัวเลขเรย์โนลด์สอยู่ในช่วง 4,000-25,000 จากการทดลองพบว่าท่อที่มีการใส่ครีปและ/หรือติดตั้งปีกที่ทางเข้าให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและค่าตัวประกอบเสียดทานเพิ่มสูงขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของการเพิ่มสมรรถนะของเครื่องระเหยโดยการปรับปรุงเพิ่มความหนาแน่นของครีปและอัตราการไหลของอากาศที่ชุดแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย ที่มีผลต่อให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ

2. ทฤษฎี

2.1 หลักการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

การวิเคราะห์ซึ่งจะวิเคราะห์ตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ โดยวิเคราะห์วัฏจักรการทำความเย็นชนิดอัดไอเบื้องต้น ซึ่งมีอุปกรณ์หลักประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ วาล์วขยายตัว และเครื่องระเหย ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 วัฏจักรการทำความเย็นชนิดอัดไอเบื้องต้น

2.2 สมมติฐานในการวิเคราะห์ระบบปรับอากาศแบบอัดไอ

ในการวิเคราะห์ตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์จะถือว่า

1. ระบบอยู่ในสภาวะคงตัว
2. ไม่คิดความดันตกคร่อมผ่านอุปกรณ์ทดสอบ
3. สภาวะของสารทำความเย็นก่อนเข้าและออกจากคอมเพรสเซอร์เป็นไออิ่มตัวและไอร้อนยิ่งยวดตามลำดับ

4. สภาวะของเหลวที่ออกจากคอนเดนเซอร์มีสภาวะเป็นของเหลวอิ่มตัวหรือของเหลวเย็นเยือก

ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ สำหรับอุปกรณ์ความร้อนต่างๆ จะถือว่าเป็นระบบปริมาตรควบคุม อาศัยหลักการไหลแบบสม่ำเสมอ จะได้ว่า

$$Q_{ev} + \sum \dot{m}_i \left[h_i + \frac{V_i^2}{2} + gZ_i \right] = \sum \dot{m}_e \left[h_e + \frac{V_e^2}{2} + gZ_e \right] + W_{ev} \quad (1)$$

โดยที่

Q_{ev} = อัตราความร้อนที่เข้าและออกจากอุปกรณ์ในระบบปริมาตรควบคุม, 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 = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก
9.81 m/s²

Z_i, Z_e = ระยะความสูงจากระดับอ้างอิง, m

W_{ev} = งานที่ได้หรืองานที่ให้กับอุปกรณ์ในระบบ, kW

2.3 การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นและอากาศ [3]

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

โดยที่

$\dot{Q}$ = อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนของ

เครื่องปรับอากาศ, kW

$\dot{m}$ = อัตราการไหลโดยมวลของลมของ

เครื่องปรับอากาศ, kg/s

h_{in} = ค่าเอนทัลปีของอากาศด้านทางเข้า, kJ/kg

h_{out} = ค่าเอนทัลปีของอากาศด้านทางออก, kJ/kg

เมื่อ

$$\dot{m} = \frac{\dot{V}}{v}$$

โดยที่

$\dot{V}$ = อัตราการไหลเชิงปริมาตรของลม, m³/s

v = ปริมาตรจำเพาะของลม, m³/kg

2.4 สมรรถนะของวัฏจักรในเทอมของสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ(COP) และสมรรถนะในเทอมของอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

$$COP = \frac{Q_E}{W_c} = \frac{(h_1 - h_4)}{(h_2 - h_1)} \quad (3)$$

$$EER = \frac{Q_E}{W_c} \times 3.412 \quad (4)$$

โดยที่

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

Q_E = อัตราความร้อนที่ออกจากระบบ, W

W_c = พลังงานที่เข้าสู่ระบบ, W

2.5 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนในรูปแบบของ Colburn j-factor และค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

คำนวณได้จากสมการของ J. Yin and A. M. Jacobi (2000) [1] ดังต่อไปนี้

$$j_{wet} = 0.4393 (Re_{D_{coll}})^{-0.3894} \left(\frac{f_s}{D_{Coll}} \right)^{0.7028} \quad (5)$$

$$f_{wet} = 0.437 (Re_{D_{coll}})^{-0.3357} \left(\frac{f_s}{D_{Coll}} \right)^{-0.4745} \quad (6)$$

โดยที่

$Re_{D_{coll}}$ = ค่าตัวเลขเรย์โนลด์ส์ของการไหลของอากาศผ่านเส้นผ่านศูนย์กลางคอลาร์

f_s = ระยะห่างของครีป, m

D_{Coll} = เส้นผ่านศูนย์กลางคอลาร์, m
เมื่อ

$$Re_{D_{Coll}} = \frac{G_{air} D_{Coll}}{\mu_{air}} \quad (7)$$

$$G_{air} = V_{max} \rho_{air} \quad (8)$$

$$V_{max} = V_{air} \left(\frac{A_{fr}}{A_{min}} \right) \left(\frac{\rho_{air, in}}{\rho_{air}} \right) \quad (9)$$

โดยที่

G_{air} = ความเร็วเชิงมวลของอากาศ, kg/m²s

V_{max} = ความเร็วของอากาศ, m/s

A_{fr} = พื้นที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน, m²

A_{min} = พื้นที่ไหลผ่านของอากาศ, m²

$\rho_{air} = (\rho_{air, in} + \rho_{air, out}) / 2$

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

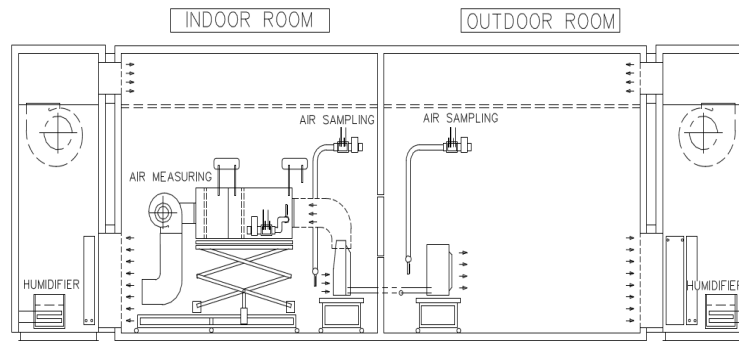
การทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ เพื่อใช้ทดสอบขีดความสามารถการทำความเย็น รวมทั้งวัดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศเพื่อหาประสิทธิภาพการทำความเย็น นอกจากนี้ยังสามารถวัดสภาวะการทำงานต่างๆ ทั้งอัตราการไหล, อุณหภูมิ, ความชื้น, ความดันที่จุดต่างๆในระบบเครื่องปรับอากาศ วิธีการทดสอบเป็นแบบวิธีไซโครเมตริก ห้องทดสอบประกอบด้วย 2 ห้อง ห้องแรกเป็นห้องที่จำลองสภาวะอากาศภายนอกห้องปรับอากาศ ห้องที่สองเป็นห้องที่จำลองสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศ ซึ่งจะถูกรักษาอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่ตามสภาวะมาตรฐานห้องทดสอบตาม มอก.1155-2536 ตามเงื่อนไข ARI.210/240-84 ตามตารางที่ 1

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง เครื่องมือและอุปกรณ์หลัก

- ชุดทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 30,000 BTU/hr
- เครื่องคอมพิวเตอร์บันทึกผล
- Hybrid Recorder "YOKOGAWA" DR230 ความละเอียดในการวัด 0.10%
- Digital Power Meter "YOKOGAWA" WT1030 ความละเอียดในการวัด 0.10%
- Digital Power Meter "YOKOGAWA" WT130 ความละเอียดในการวัด 0.20%
- Digital Indicating Controller ความละเอียดในการวัด $\pm 0.1\%$ of F.S. ± 1 DIGIT.
- Digital Indicating with Alarm ความละเอียดในการวัด $\pm 0.1\%$ of F.S. ± 1 DIGIT.
- Resistance Temperature Sensor(RTD.) ความละเอียดในการวัด ± 0.10 °C
- Differential Pressure Transmitter ความละเอียดในการวัด ± 0.05 มิลลิเมตรน้ำ
- Gauge Pressure Transmitter ความละเอียดในการวัด ± 0.2 PSIG.
- Power Distributor ความละเอียดในการวัด $\pm 0.2\%$ of span
- เทอร์โมคัปเปิลแบบ T-TYPE ความละเอียดในการวัด ± 0.5 °C หรือ 0.4% of Reading
- Integral Type Magnetic Flow Meter ความละเอียดในการวัด 0.2%
- AC VOLTAGE STABILISER "WATFORD CONTROL" EM5H-3P-510B-380 ความละเอียดในการวัด 0.5%

ตารางที่ 1 สภาวะมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบเครื่องปรับอากาศ [6]

รายการทดสอบ	ส่วนด้านในเครื่องปรับอากาศ		ส่วนด้านนอกเครื่องปรับอากาศ	
	อุณหภูมิ		อุณหภูมิ	
	กระเปาะแห้ง (°C)	กระเปาะเปียก (°C)	กระเปาะแห้ง (°C)	กระเปาะเปียก (°C)
ความสามารถในการทำความเย็น	27	19	35	24



รูปที่ 2 โครงสร้างของห้องทดสอบ

15. ท่อเก็บตัวอย่างลมกลับ(Return Air)
16. ท่อเก็บตัวอย่างลมส่ง(Supply Air)
17. เครื่องวัดปริมาณลมส่ง
18. เครื่องวัดอากาศ(Air Sampling)

3.2 ขั้นตอนวิธีการทดลอง

1. ในการทดลองจะใช้ชุดแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีขนาดเท่ากัน 3 ชิ้น แต่มีระยะห่างของครีบท่ที่แตกต่างกัน โดยมีระยะห่างที่ 2.117, 1.814, และ 1.588 มิลลิเมตร

2. ปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านชุดแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย โดยการปรับรอบความเร็วของมอเตอร์ และอัตราการไหลของอากาศอยู่ที่ 700, 810, 990, และ 1170 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที

3. ติดตั้งเครื่องระเหยในห้องจำลองสภาวะอากาศภายในและติดตั้งชุดคอนเดนซิ่งในห้องจำลองสภาวะอากาศภายนอกที่มีการควบคุมสภาวะอากาศ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1155-2536 ตามตารางที่ 1

4. ทำการเดินเครื่องปรับอากาศและตรวจเช็คปริมาณสารทำความเย็นในระบบโดยดูจากความดัน ณ จุดทำงานของสารทำความเย็นหลังจากเครื่องปรับอากาศทำงานจนอุณหภูมิและสภาวะห้องทดสอบได้ตามมาตรฐานการทดสอบตามตารางที่ 1 แล้ว และเมื่ออุณหภูมิและสภาวะห้องทดสอบเข้าสู่จุดคงที่แล้วเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมงจึงทำการเก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้

- พลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับเครื่องปรับอากาศ
- อุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกของ

อากาศทั้งส่วนลมส่งและส่วนลมกลับ

- อัตราการไหลของอากาศที่ส่วนลมส่ง

ข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งไปยังที่ตู้ควบคุมการทำงานห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ และทำการบันทึกข้อมูลโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทุกๆ 30 วินาที เป็นระยะเวลา 30 นาที

5. ทำการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

6. เปรียบเทียบผลการทดสอบของเครื่องปรับอากาศเมื่อมีการปรับเพิ่มระยะความหนาแน่นของครีบท่และการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของอากาศ

7. สรุปผลการศึกษาและขอเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้และการศึกษาต่อไป

3.3 การคำนวณหาประสิทธิภาพการทำความเย็น

1. นำค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกของลมจ่ายและลมกลับที่วัดได้จากเครื่องวัดปริมาณลมส่งซึ่งจะทำงานร่วมกับเครื่องผสมอากาศ ไปหาเอนทัลปี(h) และปริมาตรจำเพาะ(V) จากกราฟไซโคเมตริก

2. วัดค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้า

- วัดแรงดันไฟฟ้าขณะเครื่องกำลังทำงาน มีหน่วยเป็นโวลต์ (Volt)

- วัดกระแสไฟฟ้าขณะเครื่องกำลังทำงาน มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A)

- คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า(P) ดังนี้

$$P = VI \cos \phi \quad (10)$$

โดยที่ $\cos \phi$ เป็นค่า Power Factor

3. การคำนวณขีดความสามารถการทำความเย็น

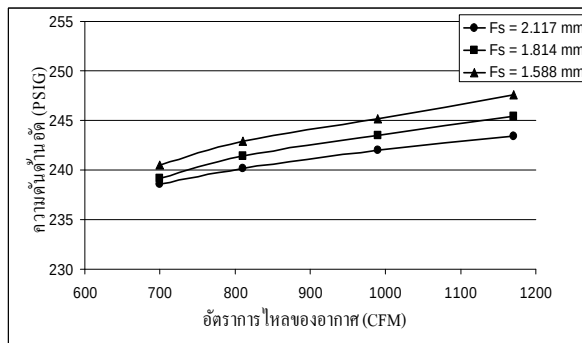
4. การคำนวณหาอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

4. ผลการทดลอง

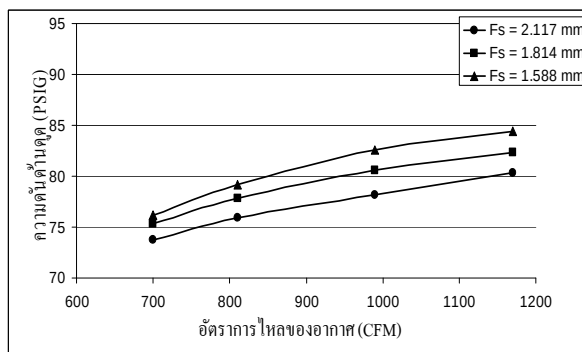
4.1 การศึกษาอิทธิพลของการเพิ่มระยะห่างของครีบบและอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย

1) การศึกษาอิทธิพลต่อชุดคอนเดนเซอร์

การเพิ่มสมรรถนะเครื่องระเหยส่งผลกระทบต่อการทำงานของชุดคอนเดนเซอร์ที่จะต้องระบายความร้อนมากขึ้น ดังนั้นเมื่อระยะห่างของครีบลดลงทำให้ความดันต้านอัดและดันดูดเพิ่มขึ้น และเมื่ออัตราการไหลของอากาศเพิ่มขึ้นทำให้ความดันต้านอัดและดันดูดเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3 และรูปที่ 4

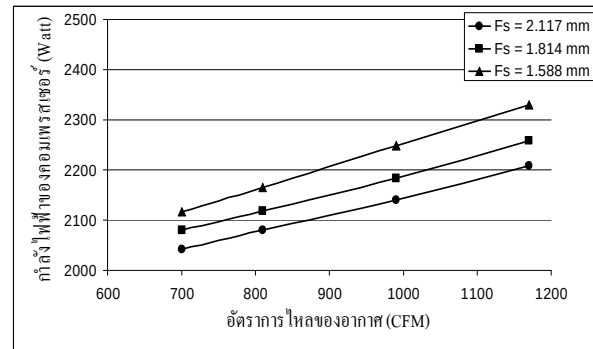


รูปที่ 3 อิทธิพลระยะห่างครีบบและอัตราการไหลที่มีผลต่อความดันต้านอัด



รูปที่ 4 อิทธิพลระยะห่างครีบบและอัตราการไหลที่มีผลต่อความดันต้านดูด

เมื่อชุดคอนเดนเซอร์ระบายความร้อนมากขึ้นเนื่องจากการเพิ่มสมรรถนะเครื่องระเหยส่งผลให้คอมเพรสเซอร์ใช้กำลังอัดสารทำความเย็นเพิ่มขึ้นและทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของเพิ่มขึ้นตาม ดังแสดงในรูปที่ 5

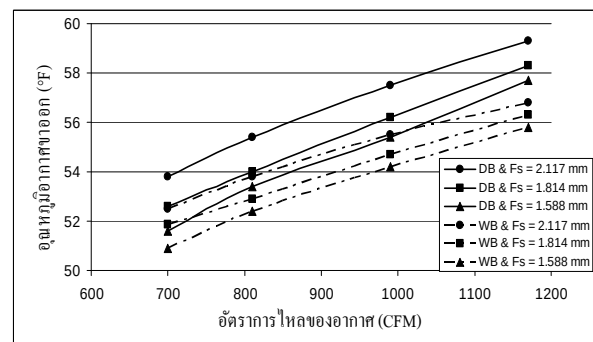


รูปที่ 5 อิทธิพลระยะห่างครีบบและอัตราการไหลที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์

2). การศึกษาอิทธิพลต่อเครื่องระเหย

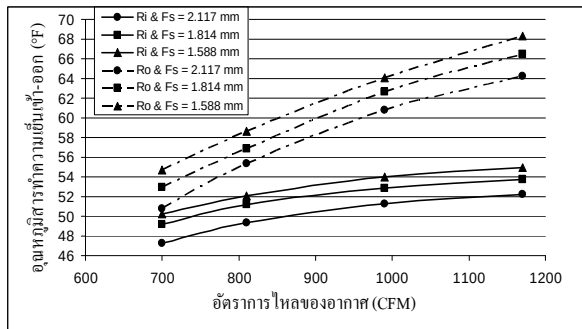
จากผลการทดสอบพบว่าการปรับเพิ่มระยะห่างของครีบบทำให้พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นและอากาศลดลงส่งผลให้อุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกของอากาศที่ออกจากเครื่องระเหยเพิ่มขึ้น และทำให้อุณหภูมิสารทำความเย็นเข้าและออกอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยลดลง ดังแสดงในรูปที่ 6 และรูปที่ 7 ตามลำดับ

การเพิ่มอัตราการไหลของอากาศทำให้อากาศไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยมีความเร็วขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกของอากาศที่ออกจากเครื่องระเหยเพิ่มขึ้น และทำให้อุณหภูมิสารทำความเย็นเข้าและออกอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 6 และรูปที่ 7 ตามลำดับ

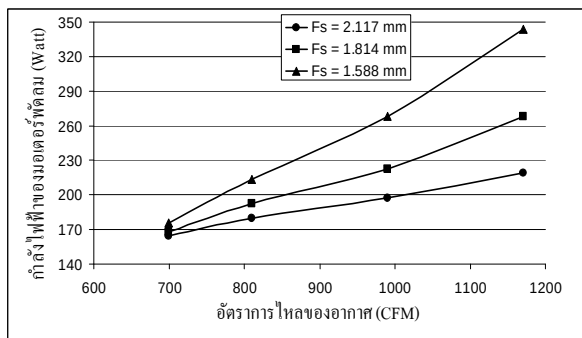


รูปที่ 6 อิทธิพลระยะห่างครีบบและอัตราการไหลที่มีผลต่ออุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก

การเพิ่มระยะห่างของครีบบททำให้ความดันตกคร่อมที่เครื่องระเหยลดลงทำให้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์พัดลมใช้ลดลง และการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศโดยการปรับรอบมอเตอร์ส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์พัดลมเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 7 อิทธิพลระยะห่างครีบบทและอัตราการไหลที่มีผลต่ออุณหภูมิสารทำความเย็นเข้าและออก



รูปที่ 8 อิทธิพลระยะห่างครีบบทและอัตราการไหลที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่มอเตอร์พัดลมใช้

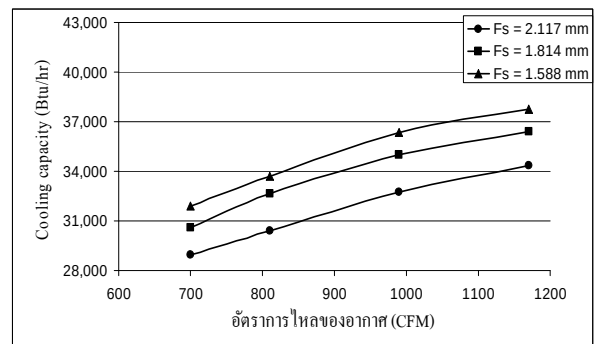
3). การศึกษาอิทธิพลต่อเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

การปรับระยะห่างของครีบบทจาก 1.588 เป็น 1.814 และจาก 1.814 เป็น 2.117 มิลลิเมตรทำให้ขีดความสามารถในการทำความเย็นลดลงเฉลี่ย 3.65% และ 6.04% ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 9 และทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของเครื่องปรับอากาศลดลงเฉลี่ย 2.93% และ 3.18% ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 10

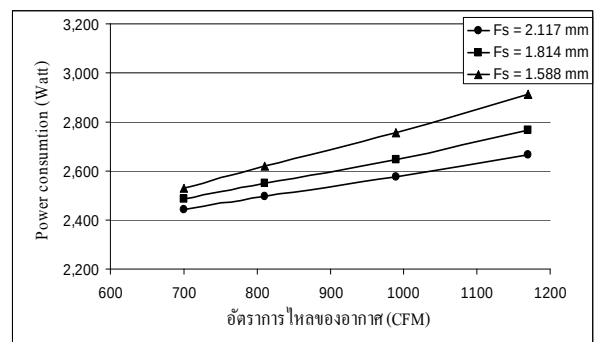
การปรับอัตราการไหลของอากาศจาก 700 เป็น 810, จาก 810 เป็น 990 และจาก 990 เป็น 1170 ลูกบาศก์ฟุตต่อวินาที ทำให้ขีดความสามารถในการทำ

ความเย็นเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 5.45%, 7.06%, และ 4.05% ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 9 และทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.80%, 3.27%, และ 4.57% ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 10

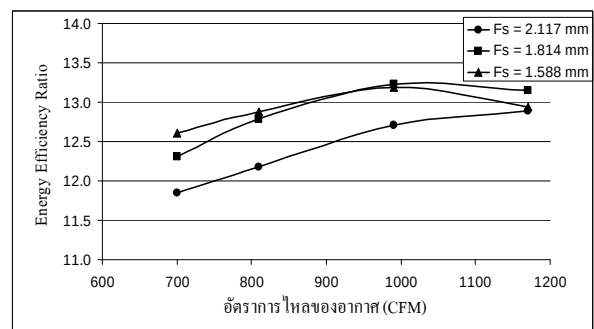
ขีดความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น ดังนั้นค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศจะมีค่าลดลง ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 9 อิทธิพลระยะห่างครีบบทและอัตราการไหลที่มีผลต่อขีดความสามารถในการทำความเย็น



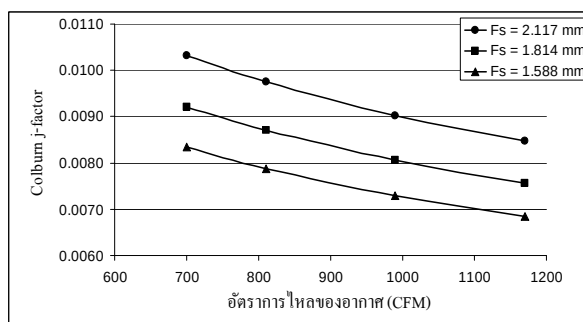
รูปที่ 10 อิทธิพลระยะห่างครีบบทและอัตราการไหลที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้ารวม



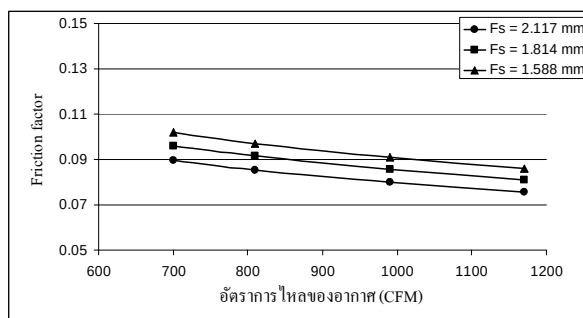
รูปที่ 11 อิทธิพลระยะห่างครีบบทและอัตราการไหลที่มีผลต่อค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

4). การศึกษาอิทธิพลต่อสมรรถนะแลกเปลี่ยนความร้อนของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย

จากผลการทดสอบพบว่า การปรับเพิ่มระยะห่างของครีบทําให้ Colburn j-factor เพิ่มขึ้น และการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศทําให้ Colburn j-factor ลดลง ดังแสดงในรูปที่ 12 และค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานจะลดลงเมื่อระยะห่างของครีบทําให้ Colburn j-factor เพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 13



รูปที่ 12 อิทธิพลระยะห่างครีบทําให้ Colburn j-factor



รูปที่ 13 อิทธิพลระยะห่างครีบทําให้สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

5. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า การเพิ่มความหนาแน่นของครีบทําให้ Colburn j-factor เพิ่มขึ้น และการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศทําให้ Colburn j-factor ลดลง ดังแสดงในรูปที่ 12 และค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานจะลดลงเมื่อระยะห่างของครีบทําให้ Colburn j-factor เพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 13

ดังนั้นค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของตัวแปรทั้งสอง โดยค่าอัตราการไหลของอากาศมีค่า 990 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีและระยะห่างของครีบทําให้ Colburn j-factor มีค่า 1.814 มิลลิเมตรจะทําให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศสูงสุดที่ค่า 13.23

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] J. Yin and A. M. Jacobi (2000). Condensate retention effects on the air-side heat transfer performance of plain and wavy-louvered heat exchangers, Air Conditioning and Refrigeration Center, University of Illinois Mechanical & Industrial Engineering Dept.
- [2] A. D. Tang and A. M. Jacobi (2001). Air-side heat transfer with highly interrupted surfaces: an experimental study of condensate retention effects, Air Conditioning and Refrigeration Center, University of Illinois Mechanical & Industrial Engineering Dept.
- [3] Shan K. Wang (2000). handbook of air conditioning and refrigeration, 2nd edition, ISBN 0-07-068167-8.
- [4] อนุศิษฐ์ อันมานะตระกูล, และคณะ(2551), สมรรถนะทางความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบกลุ่มท่อติดครีบทําให้ระบายความร้อน, การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ครั้งที่ 6
- [5] วิษณุ อำไพจิตร, และคณะ(2551). การเพิ่มการถ่ายเทความร้อนในท่อสี่เหลี่ยมโดยใช้ครีบทําให้ระบายความร้อน, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
- [6] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, (2536). เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ, 19 หน้า.