

การศึกษาประสิทธิภาพของแผงทำความเย็นเครื่องควบแน่น

บทคัดย่อ

โดย

สุนทร วงศ์เสน

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการศึกษาดังวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยการติดตั้งแผงระบายความร้อนด้วยน้ำ (COOLING PAD) โดยปรับอัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านแผงระบายความร้อนด้วยน้ำ เพื่อช่วยในการระบายความร้อนออกจากแผงระบายความร้อนให้ได้มากขึ้น

จากการศึกษาโดยใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 41,000 Btu/hr พบว่าเมื่อทำการติดตั้งแผงระบายความร้อนด้วยน้ำ (COOLING PAD) ประกอบเข้ากับแผงคอยล์ร้อนเดิมของเครื่องปรับอากาศ โดยการปรับอัตราการไหลของน้ำเป็น $3.158 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{s}$ (0.5 gal/min), $6.316 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{s}$ (1.0 gal/min) และ $9.475 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{s}$ (1.5 gal/min) ผลการทดลองสรุปว่าอัตราการไหล $9.475 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{s}$ (1.5 gal/min) ช่วยในการระบายความร้อนออกจากแผงระบายความร้อนได้ดีที่สุด โดยเฉลี่ย 16.04 % อุณหภูมิของอากาศที่แผงระบายความร้อนที่แผงระบายความร้อนลดลงโดยเฉลี่ย 2.35 องศาเซลเซียส ขณะที่อัตราการทำความเย็นที่คอยล์เย็นเพิ่มขึ้น 1.885 % ค่า COP เพิ่มขึ้น 44.03 % และ EER เพิ่มขึ้น 43.98 % ซึ่งเป็นผลให้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงโดยเฉลี่ย 157.963 W หรือ 3.7 %

A STUDY IN EFFICIENCY OF CONDENSER COOLING PAD

ABSTRACT

BY

SOONTHORN WONGSEN

This research investigates a method to increase energy efficiency of a split-type Air-conditioner by installing the cellulose condenser (cooling pad) by fine flow rate of the water that flows through the cooling pad, for help in letting off heat departs the cooling pad can more.

Experimental results from a 41,600 Btu/h Air-conditioner indicated that, as installing the cooling pad, into the condenser, by fine flow rate of the water is $3.158 \times 10^{-5} m^3 / s$ (0.5 gal/min), $6.316 \times 10^{-5} m^3 / s$ (1.0 gal/min), and $9.475 \times 10^{-5} m^3 / s$ (1.5 gal/min), the experiment concludes flow rate $9.475 \times 10^{-5} m^3 / s$ (1.5 gal/min), temperature of air at the cooling pad was reduced on the average by 2.35 C resulting in an increase of heat rejection of 16.04 %, the cooling rate increased on the average by 1.885 %. Measurement of the power consumption of the unit revealed that the unit power consumption was reduced by 157.963 W or 3.7 % resulting in an increase COP by 44.03 % and EER by 43.98 %

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
สัญลักษณ์และคำย่อ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตในการวิจัย	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การถ่ายเทความร้อน	4
2.2 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	15
2.3 คุณสมบัติของอากาศ	23
2.4 ระบบเครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ	28
2.5 ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	37
3.1 อุปกรณ์การทดลอง	37
3.2 แผนการทดลอง	43
บทที่ 4 ผลการทดลอง	46
4.1 วิธีการทดลอง	46
4.2 ผลการทดลอง	48
บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์	52
5.1 สรุปผลการทดลอง	52
5.2 ข้อเสนอแนะ	54
5.3 ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการทดลอง	55

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	56
ภาคผนวก	57
ภาคผนวก ก. ตัวอย่างการคำนวณ	58
ภาคผนวก ข. ตารางบันทึกค่าผลการทดลอง	71
ภาคผนวก ค. ตำแหน่งการวัดค่าที่อุปกรณ์	84

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ตารางสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนโดยการพาของของไหลชนิดต่างๆ	12
2-2 ค่า fouling factor ในรูปแบบของ thermal resistance	22
4-1 ผลการคำนวณที่ระบบปรับอากาศ	46
4-2 แสดงปริมาณความร้อนถ่ายเทที่แผงระบายความร้อนที่เปลี่ยนไปเมื่อติดตั้งแผง COOLING PAD (Q_c^*)	47
4-3 แสดงปริมาณความร้อนถ่ายเทที่คอยล์เย็นที่เปลี่ยนไปเมื่อติดตั้งแผง COOLING PAD (Q_e^*)	48
4-4 แสดงค่า COP ของเครื่องปรับอากาศที่เปลี่ยนไปหลังติดตั้งแผง COOLING PAD	49
4-5 แสดงค่า EER ของเครื่องปรับอากาศที่เปลี่ยนไปหลังติดตั้งแผง COOLING PAD	50
4-6 ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง	51
ข-1 ระบบปรับอากาศก่อนติดตั้งแผง COOLING PAD	72
ข-2 สรุปผลการทดลองที่ระบบปรับอากาศก่อนติดตั้งแผง COOLING PAD	74
ข-3 ระบบปรับอากาศหลังติดตั้งแผง COOLING PAD, ที่อัตราการไหล $3.158 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{s}$ หรือ (0.5gal/min)	75
ข-4 สรุปผลการทดลองที่ระบบปรับอากาศ หลังติดตั้งแผง COOLING PAD, ที่อัตราการไหล $3.158 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{s}$ หรือ (0.5gal/min)	77
ข-5 ระบบปรับอากาศหลังติดตั้งแผง COOLING PAD, ที่อัตราการไหล $6.316 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{s}$ (1.0 gal/min)	78
ข-6 สรุปผลการทดลองที่ระบบปรับอากาศ หลังติดตั้งแผง COOLING PAD, ที่อัตราการไหล $6.316 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{s}$ (1.0 gal/min)	80
ข-7 ระบบปรับอากาศหลังติดตั้งแผง COOLING PAD, ที่อัตราการไหล $9.475 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{s}$ (1.5 gal/min)	81
ข-8 สรุปผลการทดลองที่ระบบปรับอากาศ หลังติดตั้งแผง COOLING PAD, ที่อัตราการไหล $9.475 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{s}$ (1.5 gal/min)	83

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่		
2-1	การถ่ายเทความร้อน	4
2-2	การนำความร้อน	5
2-3	การสัมผัสเพื่อนของโมเลกุลของของแข็ง	6
2-4	การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในโมเลกุลเมื่อมีการนำความร้อน	6
2-5	การถ่ายเทความร้อนของโมเลกุลในแท่งทองแดง	7
2-6	การนำความร้อนหนึ่งมิติ	7
2-7	การพาความร้อน	9
2-8	การพัฒนาขอบเขตการพาความร้อนระหว่างของแข็งกับของไหล	10
2-9	การพาความร้อนแบบอิสระหรือตามธรรมชาติ	11
2-10	การแผ่รังสีความร้อนระหว่างผิววัตถุสองผิว	13
2-11	ค่าความต้านทานความร้อนของผนัง	15
2-12	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น	16
2-13	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเชลล์และท่อ	16
2-14	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบปลอกหุ้ม	17
2-15	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น	17
2-16	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบกะทัดรัด	18
2-17	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบฮีทไปป์	18
2-18	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบที่ไหลไหลตั้งฉากกัน	19
2-19	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ shell-and-tube ซึ่งของไหลชนิดหนึ่งไหลผ่านภายในเปลือกหนึ่งครั้งและอีกชนิดหนึ่งไหลผ่านภายในหลอดหนึ่งครั้ง โดยของไหลทั้งสองไหลในทิศทางสวนกัน	20
2-20	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ shell-and-tube	20
2-21	แกนกลางของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบกะทัดรัด	21
2-22	การถ่ายเทความร้อนในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	22
2-23	การเปลี่ยนแปลงเอนทาลปีของไอน้ำ	25
2-24	แผนภูมิไซโครเมตริก	26

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่

2-25	ส่วนประกอบหลักที่สำคัญของระบบเครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ	29
2-26	แผนภูมิความดัน – เอนทัลปี ของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	29
2-27	แสดงกระบวนการลดความดัน	31
3-1	แผงระบายความร้อนของอากาศด้วยน้ำ (COOLING PAD)	37
3-2	เครื่องมือวัดอัตราการไหลด้วยมาตรวัดแบบโรตารี	39
3-3	ปั๊มหอยโข่ง แบบการเคลื่อนที่ในแนวรัศมี	40
3-4	บอัสลาล์ว	41
3-5	เครื่องมือวัดอุณหภูมิของอากาศแบบดิจิตอล	41
3-6	เครื่องมือความเร็วลม	42
3-7	เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์	42
3-8	เครื่องมือวัดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า	43
4 -1	แสดงปริมาณความร้อนถ่ายเทที่แผงระบายความร้อน	47
4-2	แสดงปริมาณความร้อนที่คอยล์เย็น	48
4-3	แสดงค่า COP ของเครื่องปรับอากาศ	49
4-4	แสดงค่า EER ของเครื่องปรับอากาศ	50
ค-1	ตำแหน่งในการวัดเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปคำนวณ (INLET)	85
ค-2	ตำแหน่งในการวัดเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปคำนวณ (OUTLET)	86

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์	ความหมาย	มิติ
A	พื้นที่	m^2
COP	ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ(Coefficient of Performance)	(-)
C_p	ค่าความจุความร้อน	kJ/kgK
d	เส้นผ่าศูนย์กลางพัสดม	m
E _b	กำลังการแผ่รังสี	W/m^2
EER	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ration)	Btu/hr/W
G	ค่าการส่องสว่าง	
G _{abs}	ค่าการส่องสว่างสัมบูรณ์	
h	เอนทาลปีจำเพาะ	kJ/kg
h_{conv}	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนโดยการพา	W/m^2k
h_r	สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน	W/m^2k
I	กระแสไฟฟ้า	A
k	ค่าสภาพการนำความร้อนของวัตถุ	W/mk
L	ความยาว	m
M _a	Molecular Weight ของอากาศ = 28.9645	-
M _w	Molecular Weight ของน้ำ = 18.01534	-
\dot{m}_r	อัตราการไหลของ R 22	kg/hr
P	ความดัน	kPa
Q	อัตราการนำความร้อน	W

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	มิติ
Q'	ความร้อนที่ถ่ายเท	kW
Q''	อัตราฟลักซ์ความร้อน(อัตราความร้อนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่)	W/m ²
Q_{conv}	อัตราการถ่ายเทความร้อนของผิวความร้อน	W/m ²
Q_{rad}	ค่าการแผ่รังสีความร้อน	W/m ²
Q''_{rad}	อัตราการแผ่รังสีความร้อนของผิวความร้อน	W/m ²
R	ค่าคงที่สากลของก๊าซ	J/kgK
R_f	ค่า fouling fact	m ² C/W
R_1	ความต้านทานความร้อนต่อการแผ่รังสีความร้อน	C/W
R_2	ความต้านทานความร้อนต่อการนำความร้อน	C/W
R_3	ความต้านทานความร้อนต่อการพาความร้อน	C/W
T	อุณหภูมิสมบูรณ์	C°
t	อุณหภูมิ	C°
V	ปริมาตร	m ³
V_{ele}	แรงเคลื่อนไฟฟ้า	volt
ν	ปริมาตรจำเพาะของอากาศ	kg/m ³
v	ความเร็ว	m/s
W	ค่ากำลังไฟฟ้าในระบบ	kW
W_c'	งานของเครื่องอัด	W
w	อัตราส่วนความชื้นในอากาศ	kg/kg dry air
ρ	ความหนาแน่นของน้ำ	kg/m ³
ε	ค่าการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุนั้น ๆ	-
α	ค่าการนำความร้อนรังสีความร้อน	m ² /s
σ	ค่าคงที่สเติเฟนและ โบลซ์แมน = 5.67×10^{-8}	W/m ² k
ϕ	ความชื้นสัมพัทธ์	%

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ(ต่อ)

สัญลักษณ์กำกับล่าง

สัญลักษณ์	ความหมาย
a	อากาศ, สมบูรณ์
c หรือ comp	คอยล์ร้อน
e	คอยล์เย็น
f	ของเหลว
g	ไอน้ำ
i	ขาเข้า, ข้างใน
o	ขาออก, ข้างนอก
s	อิมตัว
sur	สิ่งแวดล้อม
v	ก๊าซ
w	น้ำ, ไอน้ำ
x	ทิศทาง x ใดๆ
∞	เริ่มต้น, ของไหล
1	จุดเข้าเครื่องอัด
2	ออกจากเครื่องอัด
3	ออกจากแผงระบายความร้อน
4	ลดความดัน