

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการภาพประกอบ	(10)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ	(13)
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 บทนำเรื่อง	1
1.2 การตรวจเอกสาร	2
1.3 วัตถุประสงค์	6
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	6
2. ทฤษฎี	7
2.1 วัฏจักรการทำความเย็น	7
2.2 การถ่ายเทความร้อนในคอยล์เย็น	9
2.3 การถ่ายเทความร้อนจากครีป	10
2.4 แบบของคอยล์เย็น	11
2.5 ชนิดของครีประบายความร้อน	13
2.6 ผลของปริมาณอากาศที่ผ่านคอยล์	15
2.7 ความดันตก	16
2.8 พื้นที่ผิว	17
2.9 วิธีคำนวณหาขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่องปรับอากาศ	18
2.10 ประสิทธิภาพการทำความเย็น	19
2.11 สรุป	20
3. อุปกรณ์และวิธีวิจัย	21
3.1 อุปกรณ์สำหรับการทดลอง	21
	(6)

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.1 ห้องทดสอบ	21
3.1.2 การตรวจสอบอุณหภูมิภายในห้อง	23
3.1.3 ชุดทดลอง	25
3.1.4 คอยล์เย็น	26
3.1.5 เครื่องมือวัดความเร็วลม	26
3.1.6 Digital Power meter	27
3.2 วิธีการทดลอง	29
3.2.1 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศและอุปกรณ์ภายในห้องทดสอบ	29
3.2.2 การปรับสภาวะของห้องทดสอบและการเก็บข้อมูล	30
3.3 สรุป	34
4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	35
4.1 คอยล์เย็นที่มีครีบบแบบ Corrugated	35
4.2 คอยล์เย็นที่มีครีบบแบบ Louvered	41
4.3 เปรียบเทียบผลการทดลองของครีบบแบบ Corrugated และ Louvered	46
4.4 สรุป	52
5. บทสรุป	53
5.1 สรุปผลการทดลอง	53
5.2 ข้อเสนอแนะ	54
เอกสารอ้างอิง	55
ภาคผนวก	57
ประวัติผู้เขียน	82

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ผ.9 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ค่าการถ่ายเทความร้อนของคอยล์เย็น และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ของเครื่องปรับอากาศที่ใช้คอยล์เย็นที่มีครีบบแบบ Louvered ที่จำนวน 14 ครีบบต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น	74
ผ.10 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ค่าการถ่ายเทความร้อนของคอยล์เย็น และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ของเครื่องปรับอากาศที่ใช้คอยล์เย็นที่มีครีบบแบบ Louvered ที่จำนวน 16 ครีบบต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น	76
ผ.11 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ค่าการถ่ายเทความร้อนของคอยล์เย็น และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ของเครื่องปรับอากาศที่ใช้คอยล์เย็นที่มีครีบบแบบ Louvered ที่จำนวน 18 ครีบบต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น	78
ผ.12 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ค่าการถ่ายเทความร้อนของคอยล์เย็น และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ของเครื่องปรับอากาศที่ใช้คอยล์เย็นที่มีครีบบแบบ Louvered ที่จำนวน 20 ครีบบต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น	80

รายการภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
2.1 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	7
2.2 แสดงคอยล์เย็นท่อเปลือยแบบซิกแซก	11
2.3 แสดงคอยล์เย็นท่อเปลือยแบบ Oval trombone	12
2.4 แสดงคอยล์แบบแผ่น	12
2.5 แสดงลักษณะของคอยล์เย็นแบบขดท่อและครีป	13
2.6 ครีประบายความร้อนแบบ Flat	14
2.7 ครีประบายความร้อนแบบ Corrugated	14
2.8 ครีประบายความร้อนแบบ Louvered	15
2.9 แสดงลักษณะของคอยล์ที่มีพื้นที่เท่ากัน	17
3.1 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องทดสอบแบบปรับสมดุลความร้อน	22
3.2 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ภายในห้องทดสอบแบบปรับสมดุลความร้อน	23
3.3 แสดงเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิภายในห้อง	24
3.4 แสดงลักษณะท่อเก็บตัวอย่างอากาศ	24
3.5 แสดงตำแหน่งและการติดตั้งท่อเก็บตัวอย่างอากาศและเทอร์โมมิเตอร์	25
3.6 ชุดคอยล์เย็น (คอยล์เย็นติดตั้งอยู่กับชุดพัดลมเป่า)	25
3.7 ลักษณะของคอยล์เย็นแบบ 3 แถว	26
3.8 Anemometer (DIGICON รุ่น DA-43)	27
3.9 Digital Power Meter type WT130	28
3.10 Digital Power Meter type 244-INWW	28
3.11 การติดตั้งชุดคอยล์เย็นและการติดตั้งชุดคอนเดนซิ่ง	29
3.12 แสดงจอแสดงผลที่ติดอยู่บนตู้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ภายในห้อง	31
3.13 แสดงตู้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ภายในห้อง	32
3.14 แสดงตำแหน่งที่วัดความเร็วลมเป่าที่ออกจากคอยล์เย็น	33
3.15 แสดงสายไฟฟ้าของมอเตอร์พัดลมเป่าคอยล์เย็นที่ใช้สำหรับการเปลี่ยนความเร็วลมเป่า	33
4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการถ่ายเทความร้อนของคอยล์เย็นกับจำนวนครีป (10,12,14,16,18 และ 20 ครีปต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น) ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมเป่าคอยล์เย็นระดับต่างๆ(Corrugated fin)	36

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วอากาศที่ไหลออกจากคอยล์เย็นกับจำนวนครีบริบ (10,12,14,16,18 และ 20 ครีบริบต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น) ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมเป่าคอยล์เย็นระดับต่างๆ(Corrugated fin)	37
4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศกับจำนวนครีบริบ(10,12,14,16,18 และ 20 ครีบริบต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น) ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมเป่าคอยล์เย็นระดับต่างๆ(Corrugated fin)	38
4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่เกิดจากการควบแน่นที่คอยล์เย็นกับจำนวนครีบริบ (10,12,14,16,18 และ 20 ครีบริบต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น) ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมเป่าคอยล์เย็นระดับต่างๆ(Corrugated fin)	39
4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำที่เกิดจากการควบแน่นที่คอยล์เย็นกับจำนวนครีบริบ (10,12,14,16,18 และ 20 ครีบริบต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น) ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมเป่าคอยล์เย็นระดับต่างๆ(Corrugated fin)	40
4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการถ่ายเทความร้อนของคอยล์เย็นกับจำนวนครีบริบ (10,12,14,16,18 และ 20 ครีบริบต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น) ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมเป่าคอยล์เย็นระดับต่างๆ(Louvered fin)	41
4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วอากาศที่ไหลออกจากคอยล์เย็นกับจำนวนครีบริบ (10,12,14,16,18 และ 20 ครีบริบต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น) ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมเป่าคอยล์เย็นระดับต่างๆ(Louvered fin)	42
4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศกับจำนวนครีบริบ(10,12,14,16,18 และ 20 ครีบริบต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น) ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมเป่าคอยล์เย็นระดับต่างๆ(Louvered fin)	43
4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่เกิดจากการควบแน่นที่คอยล์เย็นกับจำนวนครีบริบ (10,12,14,16,18 และ 20 ครีบริบต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น) ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมเป่าคอยล์เย็นระดับต่างๆ(Louvered fin)	44
4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำที่เกิดจากการควบแน่นที่คอยล์เย็นกับจำนวนครีบริบ (10,12,14,16,18 และ 20 ครีบริบต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น) ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมเป่าคอยล์เย็นระดับต่างๆ(Louvered fin)	45

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการถ่ายเทความร้อนของคอยล์เย็นที่มีครีบบนแบบ Corrugated และ Louvered กับจำนวนครีบบน(10,12,14,16,18 และ 20 ครีบบนต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น)ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมเป่าคอยล์เย็นระดับสูง	46
4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของอากาศที่ไหลออกจากคอยล์เย็นที่มีครีบบนแบบ Corrugated และ Louvered กับจำนวนครีบบน(10,12,14,16,18 และ 20 ครีบบนต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น)ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมเป่าคอยล์เย็นระดับสูง	47
4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่ใช้คอยล์เย็นที่มีครีบบนแบบ Corrugated และ Louvered กับจำนวนครีบบน(10,12,14,16,18 และ 20 ครีบบนต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น)ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมเป่าคอยล์เย็นระดับสูง	49
4.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศที่ใช้คอยล์เย็นที่มีครีบบนแบบ Corrugated และ Louvered กับจำนวนครีบบน(10,12,14,16,18 และ 20 ครีบบนต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น)ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมเป่าคอยล์เย็นระดับสูง	50
4.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนกับความเร็วของอากาศที่ไหลออกจากคอยล์เย็นแบบ Corrugated ที่มีจำนวนครีบบนต่อระยะหนึ่งนิ้วต่างๆ	51
4.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการถ่ายเทความร้อนกับความเร็วของอากาศที่ไหลออกจากคอยล์เย็นแบบ Louvered ที่มีจำนวนครีบบนต่อระยะหนึ่งนิ้วต่างๆ	51

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

A	พื้นที่ผิวการถ่ายเทความร้อนทั้งหมด (m^2)
A_f	พื้นที่ผิวครีปที่สัมผัสกับของไหล (m^2)
A_{fr}	พื้นที่หน้าตัดที่อากาศไหลผ่าน (m^2)
A_m	Logarithmic mean area (m^2)
A_{min}	พื้นที่ต่ำสุด สำหรับการไหลอย่างอิสระ (m^2)
A_o, A_i	พื้นที่ผิวภายนอกและภายในท่อ ตามลำดับ (m^2)
E	กำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในการทดลอง (W)
$\sum E_r$	ผลรวมของกำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในห้องชุดคอยล์เย็นหรือห้องชุดคอนเดนซิ่ง (W)
F	Correction factor
G	ความเร็วเชิงมวล ($kg / m^2 \cdot s$)
Q	อัตราการถ่ายเทความร้อน (W)
R	ความต้านทานการถ่ายเทความร้อนรวม (K / W)
T_b	อุณหภูมิที่ฐานครีป (K)
T_∞	อุณหภูมิของไหล (K)
T_e	อุณหภูมิของอากาศที่ผ่านคอยล์ (K)
T_L	อุณหภูมิของอากาศที่ออกจากคอยล์ (K)
T_r	อุณหภูมิของสารความเย็นในท่อ (K)
ΔT_{in}	Log Mean Temperature Difference (K)
U_o	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม ($W / m^2 K$)
W_r	อัตราน้ำที่ควบแน่นในห้องชุดคอยล์เย็น (kg / s)
W_{hr}	อัตราน้ำที่ควบแน่นบนคอยล์ทำความเย็นประจำห้องชุดคอนเดนซิ่ง (kg / s)
f	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
h	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิวครีป ($W / m^2 K$)
h_o, h_i	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนของการไหลภายนอกและภายในท่อตามลำดับ ($W / m^2 K$)
h_{w1}	เอนทัลปีของน้ำหรือของไอน้ำซึ่งใช้ในการเพิ่มความชื้น (J / kg)
h_{w2}	เอนทัลปีของน้ำควบแน่นที่ไหลออกจากห้อง (J / kg)

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ (ต่อ)

h_{w3}	เอนทัลปีของน้ำควบแน่นที่คอยล์เย็นประจำห้องชุดคอนเดนซิ่ง (J/kg)
k	ค่าคงที่การนำความร้อนของท่อ (W/mK)
$q_t C_t$	ขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่อง ภายในห้องชุดคอยล์เย็น (W)
$q_t C_o$	ขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่อง ภายในห้องชุดคอนเดนซิ่ง (W)
q_p	อัตราการความร้อนที่รั่วไหลเข้าสู่ห้องชุดคอยล์เย็นหรือห้องชุดคอนเดนซิ่งผ่านผนังกันห้องชุดคอยล์เย็นและห้องชุดคอนเดนซิ่ง (W)
q_r	อัตราการความร้อนที่รั่วไหลเข้าสู่ห้องชุดคอยล์เย็นหรือห้องชุดคอนเดนซิ่งผ่านพื้น ผนัง (ไม่รวมผนังกันห้องภายใน) และเพดาน (W)
q_c	ความร้อนที่ผ่านออกทางคอยล์เย็น ประจำห้องชุดคอนเดนซิ่ง (W)
t	ความหนาท่อ (m)
u_∞	ความเร็วอากาศ (m/s)
η_f	ประสิทธิภาพครีป
ρ_i, ρ_o	ความหนาแน่นอากาศที่ทางเข้าและทางออก (kg/m^3)