

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญรูปภาพ	ฌ
สารบัญตาราง	ฎ
รายการสัญลักษณ์	ฏ
ประมวลคำศัพท์และคำย่อ	๓
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานโครงการ	
2.1 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.2 รายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 วิธีการออกแบบและวิธีการทดลอง	
3.1 วิธีการออกแบบ	14
3.2 วิธีการทดลอง	25

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 การวิเคราะห์ผลการทดลอง Cross-Cycle Heat Exchanger	33
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	
5.1 สรุปผลการศึกษาการใช้ Cross-Cycle Heat Exchanger กับเครื่องปรับอากาศ	38
5.2 ปัญหาที่พบบ่อยระหว่างการศึกษ	39
5.3 ข้อเสนอแนะ	39
บรรณานุกรม	40
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณหาความยาวของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	43
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการคำนวณการลงทุน	50
ภาคผนวก ค การกำหนดระดับประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ	53
ภาคผนวก ง ตารางค่า Nusselt Number	55
ภาคผนวก จ ตารางแสดงค่าคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-22	58

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงส่วนประกอบที่สำคัญในระบบปรับอากาศ	4
รูปที่ 2.2 แผนภูมิความดัน-เอนทัลปีของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	6
รูปที่ 2.3 เปรียบเทียบวัฏจักรทางจินตนาการและทางปฏิบัติของการทำความเย็น โดยการอัดไอบนแผนภูมิความดัน-เอนทัลปี	8
รูปที่ 2.4 แสดงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเซลล์และท่อ	8
รูปที่ 2.5 แสดงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเซลล์และท่อแบบไหลสวนทาง (Counter Flow)	9
รูปที่ 2.6 แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิด ไหลสวนทาง (Counter Flow)	10
รูปที่ 2.7 Refrigeration System with a Heat Exchanger to Subcool the Liquid from the Condenser	10
รูปที่ 2.8 P-h Diagram of the System using a Heat Exchanger	11
รูปที่ 3.1 แสดงท่อดูดและท่อของเหลวก่อนติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	14
รูปที่ 3.2 แสดงระบบปรับอากาศที่ได้รับการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ระหว่างท่อของเหลวและท่อดูดของระบบปรับอากาศ	15
รูปที่ 3.3 แสดงการเปรียบเทียบแผนภูมิความดัน-เอนทัลปี (P-h Diagram) ของ ระบบปรับอากาศก่อนและหลังการติดตั้ง Cross-cycle Heat Exchanger	15
รูปที่ 3.4 แสดงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิดไหลสวนทางกัน	16
รูปที่ 3.5 แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิด ไหลสวนทางกัน	17
รูปที่ 3.6 แสดงรายละเอียดอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้ในงานโครงการ	17
รูปที่ 3.7 ลักษณะตัวเครื่อง Power Meter Fluker 39	27
รูปที่ 3.8 ลักษณะตัวเครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิ CR23 Micrologger	28
รูปที่ 3.9 ลักษณะเกจวัดความดันทางด้าน High Pressure และ Low Pressure	28
รูปที่ 3.10 ลักษณะ Air Flow Anemometer รุ่น LCA 6000	29

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.11 ลักษณะเครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ	29
รูปที่ 3.12 แสดงจุดวัดค่าตัวแปรต่างๆ ก่อนการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	30
รูปที่ 3.13 แสดงระบบปรับอากาศหลังติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	31
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างชั่วโมงการทำงานต่อปีของ เครื่องปรับอากาศกับผลตอบแทนการลงทุน (IRR)	37
รูปที่ ก.1 แสดงสถานะของสารทำความเย็น ณ จุดต่างๆ ที่ได้จากการทดลอง	44
รูปที่ ค.1 ฉลากแสดงระดับประสิทธิภาพ	54

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1	2
ตารางที่ 1.2 แสดงแผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 2	2
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองระบบปรับอากาศแบบปกติ	34
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองระบบปรับอากาศที่มีการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยน ความร้อน Cross-Cycle Heat Exchanger	34
ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทที่อีวาโพเรเตอร์ (\dot{Q}_e) ที่เปลี่ยนไปเมื่อ มีการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Cross-Cycle Heat Exchanger)	35
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ (COP) ที่ เปลี่ยนไปเมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Cross-Cycle Heat Exchanger)	35
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการ ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Cross-Cycle Heat Exchanger)	35
ตารางที่ 4.6 แสดงค่าพลังงานจำเพาะ (SEC) ที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์ แลกเปลี่ยนความร้อน (Cross-Cycle Heat Exchanger)	35
ตารางที่ 4.7 แสดงอัตราการไหลของสารทำความเย็นที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการติดตั้ง อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Cross-Cycle Heat Exchanger)	36
ตารางที่ 4.8 แสดงอัตราการไหลของสารทำความเย็นที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการติดตั้ง อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Cross-Cycle Heat Exchanger)	36
ตารางที่ 4.9 แสดงค่างานของคอมเพรสเซอร์ (\dot{W}_{comp}) ที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการติดตั้ง อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Cross-Cycle Heat Exchanger)	36
ตารางที่ ข.1 อัตราปกติ	52
ตารางที่ ข.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU)	52
ตารางที่ ค.1 แสดงระดับประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ	54
ตารางที่ ง.1 แสดงค่า Nusselt Number ชนิดการไหลแบบปั่นป่วนในช่วง Fully Developed สำหรับก๊าซและของเหลว ในท่อกลมและเรียบ	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ จ.1 แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-22 English Units	59
ตารางที่ จ.2 แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-22 SI Units	60

รายการสัญลักษณ์

A	=	พื้นที่หน้าตัด	[m ²]
D	=	เส้นผ่าศูนย์กลาง	[m]
h	=	เอนทาลปี	[kJ/kg]
L	=	ความยาว	[m]
\dot{m}	=	อัตราการไหล	[kg/s]
Nu	=	เลขนัสเซิลท์	[-]
P	=	ความดัน	[kPa]
Pr	=	เลขแพรนเทิล	[-]
\dot{Q}	=	ปริมาณความร้อนถ่ายเท	[W]
Re	=	เลขเรย์โนลด์	[-]
RH, ϕ	=	ความชื้นสัมพัทธ์	[%]
T	=	อุณหภูมิ	[°C]
v	=	ปริมาตรจำเพาะ	[m ³ /kg]
V	=	ความเร็ว	[m/s]
W	=	ปริมาณงานถ่ายเท	[W]
ρ	=	ความหนาแน่น	[m ³ /kg]
ω	=	ความชื้นจำเพาะของอากาศ	[kg/kg dry air]

ประมวลคำศัพท์และคำย่อ

COP	=	ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance)
EER	=	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio)
IRR	=	อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return)
MRR	=	อัตราดอกเบี้ยเงินกู้สำหรับลูกค้ารายย่อยชั้นดี (Minimum Retail Rate)
SEC	=	ค่าอัตราพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption)