

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงการ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
สารบัญกราฟ	ฌ
ลำดับสัญลักษณ์	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 เป้าหมายและผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	
2.1 การทำความเย็นและการปรับอากาศ	3
2.2 วัฏจักรการทำความเย็นและอุปกรณ์ทำความเย็น	4
2.3 สารทำความเย็น	13
2.4 วัฏจักรการทำความเย็น	17
บทที่ 3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	
3.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของวัฏจักรทำความเย็น	20
3.2 การออกแบบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	21
บทที่ 4 วิธีดำเนินการ	
4.1 อุปกรณ์ในการทดลองเก็บข้อมูล	30
4.2 ขั้นตอนการทดลองในการเก็บข้อมูล	31
บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการจำลอง	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 สรุปวิจารณ์ผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	
6.1 สรุปผลการทดลอง	50
6.2 ข้อเสนอแนะ	51
บรรณานุกรม	52
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ผลการทดลองและการคำนวณ	53
ภาคผนวก ข โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเครื่องปรับอากาศ	63
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเครื่องปรับอากาศ	81



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 5.1 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในสภาวะที่ 1	46
ตารางที่ 5.2 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในสภาวะที่ 2	47
ตารางที่ 5.3 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในสภาวะที่ 3	48
ตารางที่ 5.4 ตัวอย่างความคลาดเคลื่อนที่แตกต่างกันของผลการทดสอบครั้งที่ 1	49
ภาคผนวก ก.1 ตารางบันทึกผลการทดสอบสภาวะที่ 1	53
ภาคผนวก ก.2 ตารางบันทึกผลการทดสอบสภาวะที่ 2	54
ภาคผนวก ก.3 ตารางบันทึกผลการทดสอบสภาวะที่ 3	55
ภาคผนวก ก.4 ตารางแสดงอัตราส่วนความดันของสารทำความเย็น	56
ภาคผนวก ก.5 ตารางแสดงอัตราการถ่ายเทความร้อนของอีแวปอเรเตอร์	57
ภาคผนวก ก.6 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของอีแวปอเรเตอร์	58
ภาคผนวก ก.7 ตารางแสดงอัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์	59
ภาคผนวก ก.8 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์	60
ภาคผนวก ก.9 ตารางแสดงอัตราการไหลของอากาศโดยมวลที่ไหลผ่านคอนเดนเซอร์	61

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 อุปกรณ์หลักของวัฏจักรทำความเย็น	5
รูปที่ 2.2 แผนภูมิอุณหภูมิและเอนโทรปีของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอทางอุดมคติ	17
รูปที่ 2.3 แผนภูมิความดันและเอนทาลปีของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอทางอุดมคติ	18
รูปที่ 2.4 แผนภูมิความดันและเอนทาลปีของวัฏจักรจริงในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ	18
รูปที่ 3.1 ไดอะแกรมของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบทำความเย็น	22
รูปที่ 3.2 ไดอะแกรมของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของอีแวपोเรเตอร์	24
รูปที่ 3.3 ไดอะแกรมของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของคอมเพรสเซอร์	26
รูปที่ 3.4 ไดอะแกรมของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของคอนเดนเซอร์	28
รูปที่ 4.1 แสดงตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ	32
รูปที่ ก.1 แสดงหน้าต่างแรกในการเข้าสู่โปรแกรม	81
รูปที่ ก.2 แสดงหน้าต่างที่ใช้รับค่าผลการทดสอบเพื่อใช้ในการปรับค่า	82
รูปที่ ก.3 แสดงหน้าต่างให้ระบุคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องปรับอากาศ	83
รูปที่ ก.4 แสดงหน้าต่างที่ใช้ในการกรอกสถานะอ้างอิงของผลการทดสอบ	84
รูปที่ ก.5 แสดงหน้าต่างที่ให้ผู้ใช้ออกสถานะเริ่มต้นของเครื่องปรับอากาศ	85
รูปที่ ก.6 แสดงหน้าต่างแสดงผลการทำนายสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศ	86

สารบัญกราฟ

	หน้า
กราฟที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่ออกจากฮีเวอरेเตอร์	35
กราฟที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออกจากฮีเวอเรเตอร์	36
กราฟที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์	37
กราฟที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์	38
กราฟที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่เข้าฮีเวอเรเตอร์	39
กราฟที่ 5.6 แสดงการเปรียบเทียบความดันของสารทำความเย็นที่คอนเดนเซอร์	40
กราฟที่ 5.7 แสดงการเปรียบเทียบความดันของสารทำความเย็นที่ฮีเวอเรเตอร์	41
กราฟที่ 5.8 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการไหลของสารทำความเย็นของระบบ	42
กราฟที่ 5.9 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากคอนเดนเซอร์	43
กราฟที่ 5.10 แสดงการเปรียบเทียบงานที่ให้แก่ระบบ	44
กราฟที่ 5.11 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบ	45



ลำดับสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
C	อัตราส่วนของปริมาตรที่ว่างในกระบอกสูบที่น้อยที่สุดต่อปริมาตรของกระบอกสูบ	-
COP	ค่าสัมประสิทธิ์การทำความเย็น	-
C_{pa}	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ	$\text{kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$
h_1	ค่าเอนทาลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากอีแวปอเรเตอร์	kJ/kg
h_2	ค่าเอนทาลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์	kJ/kg
h_3	ค่าเอนทาลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์	kJ/kg
h_4	ค่าเอนทาลปีของสารทำความเย็นที่เข้าอีแวปอเรเตอร์	kJ/kg
h_a	เอนทาลปีของอากาศ	kJ/kg
h_{gcv}	ค่าเอนทาลปีของสารทำความเย็นสถานะ ไอเอ็มดีวที่อีแวปอเรเตอร์	kJ/kg
h_{gcd}	ค่าเอนทาลปีของสารทำความเย็นสถานะ ไอเอ็มดีวที่คอนเดนเซอร์	kJ/kg
k	ดัชนีไอเซน โทริก	-
m_r	อัตราการไหลของสารทำความเย็นโดยมวล	kg/s
$m_{ai,cv}$	อัตราการไหลของอากาศโดยมวลที่ไหลผ่านอีแวปอเรเตอร์	kg/s
$m_{ai,cd}$	อัตราการไหลของอากาศโดยมวลที่ไหลผ่านคอนเดนเซอร์	kg/s
p_{ws}	ความดันของไอน้ำอิ่มตัว	kPa
P_{atm}	ความดันบรรยากาศ	kPa
P_{cd}	ความดันของสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์	kPa
P_{ev}	ความดันของสารทำความเย็นที่เข้าคอมเพรสเซอร์	kPa
PD	อัตราจัดของลูกสูบ	m^3/s
PR	อัตราส่วน ความดันของสารทำความเย็นระหว่างคอนเดนเซอร์และอีแวปอเรเตอร์	-
Q_{cd}	อัตราความร้อนที่ถ่ายเทที่คอนเดนเซอร์	kW
Q_{cv}	อัตราความร้อนที่ถ่ายเทที่อีแวปอเรเตอร์	kW
t_a	อุณหภูมิของอากาศ	$^{\circ}\text{C}$
t_1	อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออกจากอีแวปอเรเตอร์	$^{\circ}\text{C}$
t_2	อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่เข้าคอนเดนเซอร์	$^{\circ}\text{C}$

ลำดับสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
t_3	อุณหภูมิของสารทำความเย็นเมื่อออกจากคอนเดนเซอร์	$^{\circ}\text{C}$
t_{cv}	อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่เข้าอีแวปอเรเตอร์	$^{\circ}\text{C}$
t_{cd}	อุณหภูมิการควบแน่นของสารทำความเย็นที่คอนเดนเซอร์	$^{\circ}\text{C}$
$t_{ai,cd}$	อุณหภูมิของอากาศที่เข้าคอนเดนเซอร์	$^{\circ}\text{C}$
$t_{ai,cv}$	อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่เข้าอีแวปอเรเตอร์	$^{\circ}\text{C}$
$t_{ai,ev}$	อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศที่เข้าอีแวปอเรเตอร์	$^{\circ}\text{C}$
$t_{ao,cd}$	อุณหภูมิของอากาศเมื่อออกจากคอนเดนเซอร์	$^{\circ}\text{C}$
$t_{ao,cv}$	อุณหภูมิของอากาศที่ออกจากอีแวปอเรเตอร์	$^{\circ}\text{C}$
T_a	อุณหภูมิสัมบูรณ์ของอากาศ	K
T_1	อุณหภูมิสัมบูรณ์ของสารทำความเย็นก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์	K
T_2	อุณหภูมิสัมบูรณ์ของสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์	K
UA_{cd}	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์	$\text{kW}/^{\circ}\text{C}$
UA_{ev}	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของอีแวปอเรเตอร์	$\text{kW}/^{\circ}\text{C}$
v_1	ปริมาตรจำเพาะของสารทำความเย็นที่เข้าคอมเพรสเซอร์	m^3/kg
v_{gev}	ปริมาตรจำเพาะของสารทำความเย็นสถานะไออิ่มตัวที่อีแวปอเรเตอร์	m^3/kg
W	อัตราส่วนความชื้นของอากาศ	kg of water/ kg of dry air
W_{cp}	งานที่ต้องให้แก่คอมเพรสเซอร์	kW