

สารบัญ

	หน้า
ปกใน	ก
ใบรับรองโครงการ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ฉ
ลำดับสัญลักษณ์และคำย่อ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของ โครงการงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของ โครงการงาน	2
1.3 ขอบข่าย โครงการงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 งบประมาณที่ใช้	3
1.7 แผนการดำเนิน โครงการงาน	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 ความเป็นมาและชนิดของท่อความร้อนแบบสั้น	5
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับท่อความร้อนแบบสั้น	8
2.3 ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง	11
2.4 การวิเคราะห์มิติ	15
2.5 การสร้าง Empirical Correlation	16

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง	
3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง	23
3.2 การออกแบบชุดอุปกรณ์การทดสอบ	23
3.3 ขั้นตอนการสร้างและติดตั้งห้องความร้อน	24
3.4 ค่าคงที่ต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณ	28
3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผลการทดลอง	29
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง	
4.1 ผลกระทบของอุณหภูมิการทำงานของ VCLPHP และสารทำงาน	30
4.2 ผลกระทบของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ	32
4.3 ผลกระทบของอัตราความเร็วในการไหล	33
4.4 การทำ Empirical Correlation	35
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลองและผลการวิเคราะห์	37
5.2 ข้อเสนอแนะ	37
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตารางข้อมูลการทดลอง	41
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการคำนวณ	48
ภาคผนวก ค แผนภูมิและค่าคุณสมบัติที่ใช้คำนวณ	53
ประวัติผู้จัดทำโครงการ	56

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 แสดงการเรียงตัวของสารทำงานภายในท่อความร้อนแบบสั้น	5
รูปที่ 2.2 แสดงท่อความร้อนแบบสั้น	6
รูปที่ 2.3 แสดงการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อน	9
รูปที่ 3.1 แสดงชุดอุปกรณ์ทดสอบ	24
รูปที่ 3.2 แสดงท่อความร้อน	25
รูปที่ 3.3 แสดงชุดเติมสารทำงาน	25
รูปที่ 3.4 แสดงการติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิล	26
รูปที่ 3.5 แสดงการติดตั้งแผ่น Heater และฉนวนความร้อน	26
รูปที่ 3.6 แสดงการติดตั้งท่อความร้อนกับเครื่องทดสอบ	27
รูปที่ 3.7 แสดง Temperature Controller และ Data Logger	29
รูปที่ 4.1 แสดงผลกระทบของชนิดสารทำงานภายในท่อทองแดงสำหรับ VCLPHP ที่อัตราการเติม 80% ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อทองแดง 1.5 mm	30
รูปที่ 4.2 แสดงผลกระทบของชนิดสารทำงานในของ VCLPHP	31
รูปที่ 4.3 แสดงผลกระทบของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของ VCLPHP	32
รูปที่ 4.4 แสดงผลกระทบของอัตราการเติมสารทำงานภายในท่อ VCLPHP	33
รูปที่ 4.5 แสดงผลกระทบของอัตราการเติมสารทำงานของ VCLPHP	34
รูปที่ 4.6 แสดงผลกระทบของอัตราการเติมสารทำงานของ VCLPHP	34
รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง Ku_{pre} กับ Ku_{exp}	36
รูป ค1. แสดงแผนภูมิไซโครเมตริกซ์	54

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงการ	4
ตาราง ก1. แสดงค่าการถ่ายเทความร้อน, ค่าการถ่ายเทความร้อนต่อหน่วยพื้นที่, ความการนำความร้อนและค่าความผิดพลาดจากเครื่องมือวัด ที่คำนวณได้จากการทดลอง	42



ลำดับสัญลักษณ์และคำย่อ

คำย่อ

- PHP คือ ท่อความร้อนแบบสั้น
 CLPHP คือ ท่อความร้อนแบบสั้นชนิดวงรอบ
 VCLPHP คือ ท่อความร้อนแบบสั้นชนิดวงรอบที่วางตัวในแนวระดับ

สัญลักษณ์

- A คือ พื้นที่หน้าตัดของอุโมงค์ลม
 A_p คือ พื้นที่หน้าตัดของผนังท่อของ VCLPHP
 Bo คือ ตัวเลขบอนด์
 C_p คือ ความจุความร้อนจำเพาะของสารทำงาน
 D_i คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อ
 FR คือ อัตราการเติมสารทำงาน
 g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก
 h_{fg} คือ เอนทัลปีของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารทำงาน
 h_i คือ เอนทัลปีของอากาศที่ทางเข้าของอุโมงค์ลม
 h_o คือ เอนทัลปีของอากาศที่ทางออกของอุโมงค์ลม
 Ja คือ ตัวเลขจาคอป
 Ja^* คือ ตัวเลขจาคอปประยุกต์
 k คือ การนำความร้อน
 Ka คือ ตัวเลขคาร์มาน
 Ku คือ ตัวเลขคูตาเดลิคเซ
 L_e คือ ความยาวส่วนทำระเหย
 L_{eff} คือ ความยาวประสิทธิภาพ
 m คือ อัตราการไหลเชิงมวล
 N คือ จำนวนโค้งเดียวของ VCLPHP

P	คือ ความดันของของเหลวภายในท่อความร้อน
Pr	คือ ตัวเลขเพนเคิล
Q	คือ อัตราการถ่ายเทความร้อน
Q_c	คือ อัตราการนำความร้อนตามแนวแกนท่อ
Q''	คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ในแนวรัศมี
Re_l	คือ ตัวเลขเรย์โนลด์ของของเหลว
r_i	คือ รัศมีภายในของ VCLPHP
r_o	คือ รัศมีภายนอกของ VCLPHP
R^2	คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ
s	คือ ความเร็วของลมในอุโมงค์ลม
SD	คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
T_c	คือ อุณหภูมิส่วนควบแน่น
T_e	คือ อุณหภูมิส่วนทำระเหย
L_{eff}	คือ ความยาวประสิทธิภาพ
ν	คือ ปริมาตรจำเพาะของอากาศ
μ_l	คือ ความหนืดของของเหลว
σ	คือ ความตึงผิวของสารทำงาน
ρ_l	คือ ความหนาแน่นของสารทำงานในสถานะของเหลว
ρ_v	คือ ความหนาแน่นของสารทำงานในสถานะก๊าซ