

บทที่ 5

วิธีดำเนินการทดสอบ

เพื่อให้การดำเนินการทดสอบเป็นไปอย่างถูกต้องและประสบผลสำเร็จ จำเป็นที่จะต้องทราบถึงวัตถุประสงค์ของการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการทดสอบ รวมไปถึงวิธีการทดสอบและวิธีการวิเคราะห์ผลการทดสอบที่ได้ ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

5.1.1 เพื่อหาค่าการถ่ายเทความร้อน ค่าประสิทธิผลและค่าความดันตกคร่อม เมื่อทำการเปลี่ยนค่า Reynolds Number ของทั้งสองด้าน

5.1.2 เพื่อเสนอรูปแบบและข้อมูลจำเพาะของระบบอบแห้งยิปซัม

5.1.3 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในทางเศรษฐศาสตร์ของการนำเครื่องอุ่นอากาศแบบท่อความร้อนชนิดเทอร์โมไซฟอนมาใช้งานในโรงไฟฟ้า

5.2 วิธีการทดสอบ

วิธีการวิจัยในรายละเอียด เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ดังที่กล่าวมา มีดังนี้

5.2.1 ดำเนินการสร้างและติดตั้งเครื่องอุ่นอากาศแบบท่อความร้อน

5.2.2 ติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือวัด และควบคุมทางไฟฟ้า โดยการวัดอุณหภูมิในท่อเหลี่ยม โดยจะทำการวัดที่จุดต่างๆ 4 จุดภายในหน้าตัดนั้นๆ การวัดความเร็วและความดันของลมจะวัดเป็นระยะ แบ่งเป็น 3 ระยะ

5.2.3 ทำการทดสอบที่สภาวะการทำงานจริงคือ

อุณหภูมิขาเข้าของก๊าซร้อนเฉลี่ย $170\text{ }^{\circ}\text{C}$

อุณหภูมิขาออกของก๊าซร้อนเฉลี่ย $110\text{ }^{\circ}\text{C}$

อัตราการไหลของก๊าซร้อนเฉลี่ย $5400\text{ m}^3/\text{hr.}$

อุณหภูมิขาเข้าของอากาศเฉลี่ย $30\text{ }^{\circ}\text{C}$

อัตราการไหลของอากาศเฉลี่ย $2700\text{ m}^3/\text{hr.}$

5.2.4 ทำการทดสอบโดยทำการแปรเปลี่ยน ค่าต่างๆดังนี้

อุณหภูมิขาเข้าของก๊าซร้อน จาก 100 ถึง 180 °C โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 10 °C

อัตราการไหลของก๊าซร้อนจาก 1800 ถึง 5400 m³/hr. โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 900 m³/hr

อุณหภูมิขาเข้าของอากาศ จาก 35 ถึง 95 °C โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 10 °C

อัตราการไหลของอากาศ จาก 900 ถึง 2700 m³/hr. โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 900 m³/hr

5.2.5 บันทึกและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบ เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการถ่ายเทความร้อน ค่าประสิทธิผลและระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องอุ่นอากาศแบบท่อความร้อน

5.2.6 ทำการตรวจวัดความดันของก๊าซร้อนและอากาศขาเข้าและขาออกจากเครื่องอุ่นอากาศแบบท่อความร้อนเพื่อหาความดันตกคร่อมกลุ่มท่อทั้งสองทำระเหยและส่วนควบแน่น

5.3 วิธีการวิเคราะห์

5.3.1 นำเอาข้อมูลที่ได้มาคำนวณเพื่อหาอัตราการถ่ายเทความร้อนและค่าประสิทธิผลจาก

$$\dot{Q}_{hot} = \dot{m}C_{ph}(T_{h,in} - T_{h,out}) \quad (5.1)$$

$$\text{หรือ} \quad \dot{Q}_{cold} = \dot{m}C_{pc}(T_{c,out} - T_{c,in}) \quad (5.2)$$

$$\text{โดยที่} \quad \dot{Q}_{max} = (\dot{m}C_p)_{min}(T_{h,in} - T_{c,in}) \quad (5.3)$$

เมื่อ $(\dot{m}C_p)_{min}$ คือค่าที่น้อยที่สุดระหว่างของไหลทั้งสอง และค่า C_p ได้มาจากตารางคุณสมบัติทางกายภาพของอากาศ ณ ความดันบรรยากาศ โดยอนุมานว่าค่า $C_{ph} = C_{pa}$ ที่อุณหภูมิเท่ากัน

$$\text{และ} \quad E = \frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_{max}} \quad (5.4)$$

$$\text{ดังนั้น} \quad E_{hot} = \frac{\dot{Q}_{hot}}{\dot{Q}_{max}} \quad (5.5)$$

$$\text{และ } E_{cold} = \frac{\dot{Q}_{cold}}{\dot{Q}_{max}} \quad (5.6)$$

5.3.2 คำนวณค่าสร้างเครื่องอุณหอากาศแบบท่อความร้อนทั้งหมดจาก

$$\begin{aligned} \text{CASING} = & 3 * ((1 + \text{PIPE}) * \text{ST}) * ((1 + \text{ROW}) * \text{SL}) \\ & + 2 * ((1 + \text{ROW}) * \text{SL}) * (\text{Le} + \text{La} + \text{Lc}) \end{aligned} \quad (5.7)$$

$$\begin{aligned} \text{TCOST} = & \text{NO} * (\text{Le} + \text{La} + \text{Lc}) * \text{CPMS} * 1.5 \\ & + (117 * 30 * \text{CASING}) / (1.219 * 2.438) \end{aligned} \quad (5.8)$$

โดยที่

CASING = น้ำหนักของวัสดุที่ใช้ทำท่อเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (กิโลกรัม)

PIPE = จำนวนของท่อความร้อนในหนึ่งแถว

ROW = จำนวนแถวของท่อความร้อน

ST = ระยะห่างตามแนวขวางของท่อความร้อน (เมตร)

SL = ระยะห่างตามแนวยาวของท่อความร้อน (เมตร)

Le = ความยาวของส่วนทำระเหย (เมตร)

La = ความยาวของส่วนกันความร้อน (เมตร)

Lc = ความยาวของส่วนควบแน่น (เมตร)

NO = จำนวนของท่อความร้อนทั้งหมด

CPMS = ราคาของท่อที่ใช้ทำท่อความร้อนต่อเมตร (บาท)

TCOST = ราคาสร้างเครื่องอุณหอากาศแบบท่อความร้อนทั้งหมด (บาท)

5.3.3 คำนวณพลังงานที่ถ่ายเทได้ต่อหน่วยราคา จาก

$$\text{OPT} = \frac{\dot{Q}_{max}}{\text{TCOST}} \quad (5.9)$$

โดยที่ $\dot{Q}_{max}$ = ค่าความร้อนที่ถ่ายเทได้สูงสุด

TCOST = ราคาสร้างเครื่องอุณหอากาศแบบท่อความร้อนทั้งหมด

OPT = ค่าพลังงานที่ถ่ายเทได้ต่อหน่วยราคา (วัตต์ ต่อบาท)

5.3.4 คิระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องอุ่นอากาศแบบท่อความร้อน

สามารถทำการคิดได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

ก. ระยะเวลาคืนทุน

โดยการคิดค่าพลังงานที่สามารถดึงกลับมาได้ต่อชั่วโมงการทำงาน 1 วัน แล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าความร้อน (Higher heating value) ของเชื้อเพลิงที่หม้อไอน้ำใช้ในการให้ความร้อนปริมาณเท่ากัน จากนั้นคิดราคาเปรียบเทียบกับราคาค่าก่อสร้าง ทำให้ได้ระยะเวลาคืนทุน

ข. คำนวณจากค่า Internal Rate of Return จากสูตร

$$P + P1 \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] = F \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \quad (5.10)$$

โดยที่ P = เงินลงทุนในปัจจุบัน (บาท)

$P1$ = ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่อปี (บาท)

F = รายได้ต่อปี (บาท)

i = Internal Rate of Return

n = อายุการใช้งาน (ปี)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved