บทที่ 6

วิธีดำเนินการทดสอบ

เพื่อให้การทดสอบดำเนินไปอย่างถูกต้องและประสพผลสำเร็จ จำเป็นต้องทราบถึงวัตถุประสงค์ของการทดสอบ อุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในการทดสอบ รวมไปถึงวิธีการทดสอบและวิธีการวิเคราะห์ผลการทดสอบที่ได้ สามารถจำแนกออกเป็นส่วนๆได้ดังนี้

6.1 วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

6.1.1 เพื่อศึกษาผลของตัวแปรต่อไปนี้ที่มีต่อค่าการถ่ายเทความร้อน ค่าประสิทธิผลและค่าตัวเลขหน่วยการถ่ายเทความร้อนของอีโคโนไมเซอร์แบบท่อความร้อนชนิดเทอร์โมไซฟอน

ก. อุณหภูมิก๊าซร้อนขาเข้า

ข. อัตราการไหลของก๊าซร้อน

ค. อุณหภูมิน้ำขาเข้า

ง. อัตราการไหลของน้ำขาเข้า

จ. เพื่อศึกษาการทำงานที่สภาวะแปรเปลี่ยนอุณหภูมิของอีโคโนไมเซอร์ เนื่องจากการทำงานของหม้อไอน้ำจะมีการเดินเครื่องและหยุดเดินเครื่อง เพื่อรักษาความดันที่กำหนด ดังนั้นค่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆของอีโคโนไมเซอร์จะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเมื่อเวลาเปลี่ยนไปโดยหาสมการสำหรับใช้ทำนายการทำงานของหม้อไอน้ำ ที่ขาเข้าขณะเดินเครื่อง ขาออกขณะเดินเครื่อง ขาเข้าขณะหยุดเดินเครื่องและขาออกขณะหยุดเดินเครื่อง

6.1.2 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ ของการนำอีโคโนไมเซอร์แบบท่อความร้อนชนิดเทอร์โมไซฟ่อนมาใช้ในอุตสาหกรรม

6.2 วิธีการทดสอบ

6.2.1 ดำเนินการสร้างและติดตั้งอีโคโนไมเซอร์และอุปกรณ์ประกอบ

6.2.2 ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดและบันทึกอุณหภูมิแต่ละจุด

6.2.3 ทำการทดสอบที่สภาวะการเปลี่ยนแปลง

ก. อุณหภูมิก๊าซร้อนขาเข้าที่ 100, 120, 160, 200 และ 240°C เพื่อดูผลที่มีต่อค่าการถ่ายเทความร้อน ค่าประสิทธิผล และตัวเลขหน่วยการถ่ายเทความร้อนของอีโคโนไมเซอร์ หากหม้อไอน้ำเกิดปัญหาทำให้อุณหภูมิไอเสียลดต่ำลง

ข. อัตราการไหลของก๊าซร้อนที่ 400, 550 และ 700 m^3/hr เพื่อดูผลที่มีต่อค่าการถ่ายเทความร้อน ค่าประสิทธิผล และตัวเลขหน่วยการถ่ายเทความร้อนของอีโคโนไมเซอร์ หากหม้อไอน้ำเกิดปัญหาทำให้อัตราการไหลของไอเสียลดต่ำลง

ค. อุณหภูมิน้ำขาเข้าที่ 15, 25, 35 และ 45°C เพื่อดูผลที่มีต่อค่าการถ่ายเทความร้อน, ค่าประสิทธิผล และตัวเลขหน่วยการถ่ายเทความร้อนของอีโคโนไมเซอร์หากอุณหภูมิน้ำหม้อไอน้ำเปลี่ยนไป

ง. อัตราการไหลของน้ำที่ 2.6, 5, 8, และ 12 ลิตรต่อนาที เพื่อดูผลที่มีต่อค่าการถ่ายเทความร้อน ค่าประสิทธิผล และตัวเลขหน่วยการถ่ายเทความร้อนของอีโคโนไมเซอร์ หากนำเอาหม้อไอน้ำไปใช้งานอย่างอื่น นอกเหนือจากการอุ่นน้ำ

จ. การทำงานของอีโคโนไมเซอร์เมื่อให้การทำงานของเครื่องพ่นไฟทำงานคล้ายกับหม้อไอน้ำตัวอย่าง

ฉ. ตรวจวัดความดันตกคร่อมกลุ่มท่อ

ช. สภาวะแปรเปลี่ยนของอุณหภูมิในขณะหัวเผาทำงานและหยุดทำงาน

6.2.4 บันทึกข้อมูลที่ทดสอบนำมาวิเคราะห์ผล เพื่อหาความสามารถของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและระยะเวลาคุ้มทุน

6.3 วิธีการวิเคราะห์

6.3.1 นำเอาข้อมูลที่ได้มาคำนวณเพื่อหาค่าความสามารถในการถ่ายเทความร้อนและค่าประสิทธิผลจาก

$$Q_{hot} = mCp_{hot}(T_{h,in} - T_{h,out}) \qquad (6.1)$$

หรือ $$Q_{cold} = mCp_{cold}(T_{c,out} - T_{c,in}) \qquad (6.2)$$

โดยที่ $$Q_{\max} = mCp_{\min}(T_{h,in} - T_{c,in}) \qquad (6.3)$$

และ $$Effn = \frac{Q_{hot}}{Q_{\max}} \quad (6.4)$$

หรือ $$Effn = \frac{Q_{cold}}{Q_{\max}} \quad (6.5)$$

แล้วนำเอาผลที่ได้มาวาดลงบนกราฟแสดงความสัมพันธ์ต่างๆดังนี้

ก. อุณหภูมิขาเข้าของก๊าซร้อนกับอุณหภูมิขาออกของก๊าซร้อนและน้ำ

ข. อุณหภูมิขาเข้าของก๊าซร้อนกับค่าความร้อนที่ถ่ายเทได้

ค. อุณหภูมิขาเข้าของก๊าซร้อนกับค่าประสิทธิผล

ง. อัตราการไหลของก๊าซร้อนกับอุณหภูมิขาออกของก๊าซร้อนและน้ำ

จ. อัตราการไหลของก๊าซร้อนกับค่าความร้อนที่ถ่ายเทได้

ฉ. อัตราการไหลของก๊าซร้อนกับค่าประสิทธิผล

ช. อุณหภูมิขาเข้าของน้ำกับอุณหภูมิขาออกของก๊าซร้อนและน้ำ

ซ. อุณหภูมิขาเข้าของน้ำเสียกับค่าความร้อนที่ถ่ายเทได้

ฌ. อุณหภูมิขาเข้าของน้ำกับค่าประสิทธิผล

ญ. อัตราการไหลของน้ำกับอุณหภูมิขาออกของก๊าซร้อนและน้ำ

ฎ. อัตราการไหลของน้ำกับค่าความร้อนที่ถ่ายเทได้

ฏ. อัตราการไหลของน้ำกับค่าประสิทธิผล

ฐ. ค่าสัดส่วนตัวเลขเรย์โนลด์สด้านร้อนต่อด้านเย็นกับค่าประสิทธิผล

ฑ. ค่าตัวเลขหน่วยการถ่ายเทความร้อน (NTU) กับค่าประสิทธิผล

ฒ. ความดันตกคร่อมกลุ่มท่อ

ณ. อุณหภูมิที่สภาวะแปรเปลี่ยน

6.3.2 คิดราคาค่าสร้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจาก

$$Cost = (Le + La + Lc) * Nr * Np * PC$$

$$+((Sl*(Nr+1))*(St*(Np+1)))*CC*3)$$

$$+(((Sl*(Nr+1))+(Le+Lc)*2*CC) \quad (6.6)$$

6.3.3 คิดค่าถ่ายเทความร้อนต่อราคาจาก

$$EbyC = \frac{Q_{cold}}{Cost} \quad (6.7)$$

6.3.4 การคิดระยะเวลาคืนทุน

คิดได้ 2 ลักษณะดังนี้

ก. ระยะเวลาที่เครื่องใช้งาน

โดยการคิดค่าพลังงานที่สามารถดึงกลับมาได้ต่อชั่วโมงการทำงาน 1 วันแล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าความจุความร้อนจำเพาะ ของเชื้อเพลิงที่หม้อไอน้ำใช้จะได้ปริมาณเชื้อเพลิงที่สามารถประหยัดได้ต่อ 1 วัน แล้วจึงคิดราคามาเปรียบเทียบกับราคาค่าก่อสร้างจะทำให้ได้ระยะเวลาคืนทุน

ข. คำนวณจากค่า Internal Rate of Return

โดยคำนวณจาก

$$P + P1\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}\right] = F\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}\right] \quad (6.8)$$

โดยที่

P	เงินลงทุนในปัจจุบัน (บาท)
P1	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่อปี (บาท)
F	รายได้ต่อปี (บาท)
i	Internal Rate of Return
n	อายุการใช้งาน (ปี)