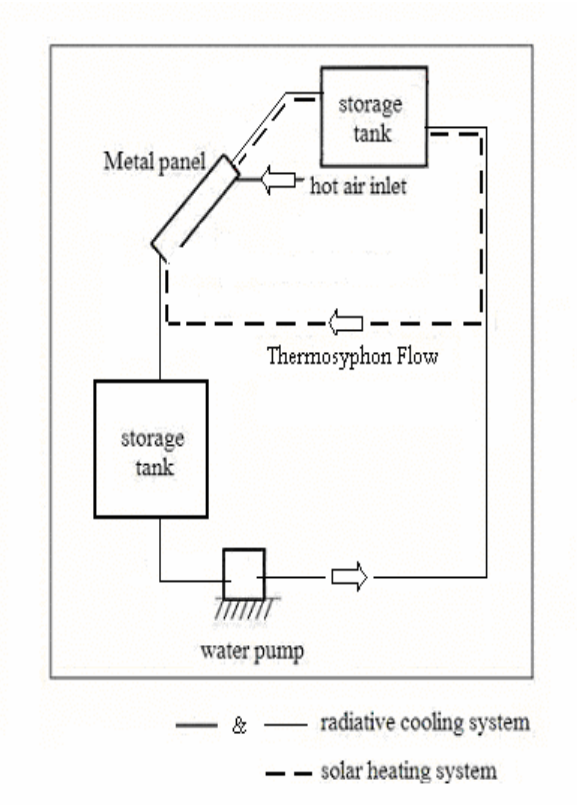
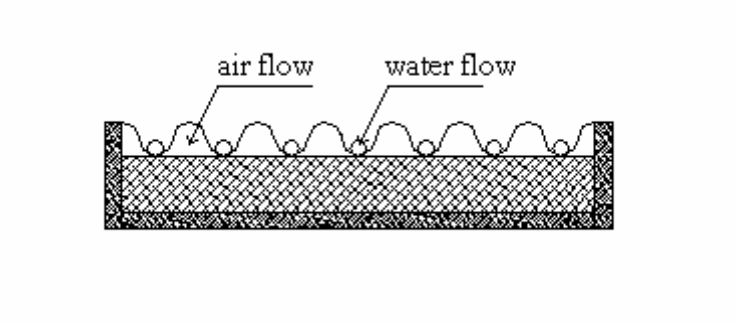
บทที่ 3
วิธีการทดลอง

3.1ชุดทดลอง

สร้าง Unglazed Metal Panel ที่มีขนาดประมาณ 1.23 ตารางเมตร โดยใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ยาวท่อนละ 1.8 เมตร จำนวน 8 ท่อน ติดตั้งบนแผ่นสังกะสีด้านล่างหุ้มด้วยฉนวน ติดตั้งด้วยมุมเอียง 15 องศา ท่อ Connecting Pipe ระหว่างแผงเก็บรังสีและถังเก็บน้ำเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ½ นิ้ว ความยาวรวมประมาณ 6.9 เมตร สำหรับระบบการทำความเย็นจะเพิ่มปั๊ม ใช้สำหรับหมุนเวียนน้ำ ถังเก็บน้ำเย็นและน้ำร้อนหุ้มด้วยฉนวน ลักษณะขั้นตอนการทำงานจะเป็นดังรูปที่ 3.1 โดยมีรายละเอียดภาคตัดขวางของแผงเก็บรังสีดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลอง



รูปที่ 3.2 โครงสร้างของ Unglazed Metal Panel

3.2 ระบบการทำน้ำร้อน

3.2.1 ตัวแปรที่ศึกษา

ระบบการทำความร้อนจะศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำความร้อนดังนี้

(1) ความเข้มของแสงอาทิตย์

(2) อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม

(3) อัตราส่วนปริมาตรน้ำในถังเก็บต่อพื้นที่ของแผงเก็บรังสี

3.2.2 วิธีการทดลอง

(1) ติดตั้งระบบ ติดตั้งเครื่องมือวัด และระบบการบันทึกข้อมูล

(2) การวัดอุณหภูมิทำการวัดทุกๆ 1 นาที โดยวัดที่อุณหภูมิน้ำขาเข้า และขาออก วัดอุณหภูมิน้ำภายในถัง และอุณหภูมิบรรยากาศ

(3) วัดอุณหภูมิแผงรับแสงอาทิตย์ วัดอุณหภูมิท่อ โดยทำการวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่ง 20 เซนติเมตรวัดจากด้านบนสุดของแผง

(4) การวัดอัตราการไหล วัดด้วยวิธีการ Dye Trace Injection โดยทำการจับเวลาที่น้ำยาอุทัยทิพย์ ซึ่งมีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.9722 [Pannigul P. ,1999] เคลื่อนที่ในระยะ 10 เซนติเมตร ภายในท่อยางใสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 1.5 เซนติเมตร จำนวน 5 ครั้ง จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาคำนวณหาอัตราการไหล โดยที่ทำการวัดอัตราการไหลทุกๆ 1 ชั่วโมง

(5) เริ่มทำการทดลองที่ปริมาตร 1:45 ตั้งแต่เวลา 08.00 น. ถึง 16.00 น. แล้วนำค่าที่ได้จากการทดลองไปคำนวณ เพื่อหาความร้อนและประสิทธิภาพของระบบ

(6) ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ (5) โดยเปลี่ยนปริมาตรน้ำในถังเป็น 1:30 และ 1:15 ตามลำดับ

(7) ทำการทดลองแต่ละเครื่องที่ระดับน้ำต่างกัน โดยที่เครื่องที่หนึ่งบรรจุน้ำปริมาตร 1:15 เครื่องที่สองบรรจุน้ำปริมาตร 1:30 และเครื่องที่สามบรรจุน้ำปริมาตร 1:45

(8) ทำการเปลี่ยนสีของแผงเก็บรังสี เป็นสีเหลือง สีแดง สีน้ำเงินและสีดำ ตามลำดับ

3.2.3 วิธีการคำนวณ

ในการคำนวณใช้สมมติฐานดังนี้

(1) ไม่นำผลของรังสีอินฟราเรดจากท้องฟ้ามาพิจารณา

(2) ค่าความจุความร้อนของน้ำ ถังน้ำและแผงรับแสงอาทิตย์มีค่าคงที่ ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ

(3) ค่าการดูดกลืนรังสีของแผงเก็บรังสีมีค่าเท่ากับ 0.85

(4) ไม่คิดค่าการสูญเสียความร้อนบริเวณด้านหลังแผงเก็บรังสี

ในการศึกษาประสิทธิภาพของระบบจะใช้สมการดังนี้

(1) ประสิทธิภาพชั่วขณะของระบบคำนวณจากสมการ

$$\eta = \frac{\overset{o}{m} C_p (T_o - T_i)}{A_c I_T} \tag{3.1}$$

(2) ประสิทธิภาพรายวันคำนวณจากสมการ

$$\eta_d = \frac{mC_p(T_f - T_s)}{A_c \sum G_T} \tag{3.2}$$

(3) ค่าความเข้มแสงอาทิตย์, อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่นำมาใช้คำนวณ จะได้มาจากค่าที่วัดได้จริง จากนั้นนำมาคำนวณในสมการ

3.2.4 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ในการวิเคราะห์เพื่อหาต้นทุน เมื่อแผงเก็บรังสีมีขนาด 1.23 ตารางเมตร และมีขนาดถังเก็บน้ำ 60 ลิตร สามารถให้อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณ 25 องศาเซลเซียส ราคาโดยประมาณ 2500 บาท และมีสมมติฐาน คือ อัตราดอกเบี้ย (i) 7 เปอร์เซ็นต์ อายุการใช้งาน (n) 10 ปี ค่าบำรุงรักษาต่อ

ปี 5 เปอร์เซ็นต์ของราคาต้นทุน มูลค่าซากปีสุดท้ายเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ของราคาต้นทุน และระยะเวลาในการทำงานเฉลี่ย 300 วัน/ปี

จากข้อมูลข้างต้นสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

เงินลงทุนในการสร้างเครื่องทำน้ำร้อนรายปี (C_P) คำนวณได้จากสมการ

$$C_P = \text{ราคาต้นทุน} \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \tag{3.3}$$

มูลค่าซากเครื่องทำน้ำร้อนรายปี (C_S) คำนวณได้จาก

$$C_S = \text{มูลค่าซากปีสุดท้าย} \times \left(\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right) \tag{3.4}$$

ค่าซ่อมบำรุงรายปี (C_m) คำนวณได้จาก

$$C_m = 0.05 \times \text{ราคาต้นทุน} \tag{3.5}$$

รวมค่าใช้จ่ายรายปีทั้งหมด คำนวณได้จาก

$$C_T = C_P - C_S + C_m \tag{3.6}$$

ค่าใช้จ่ายต่อลิตร คำนวณจาก

$$\frac{\text{Cost}}{\text{Liter}} = \frac{\text{C}_\text{T}}{\text{Volume} \times \text{days}} \tag{3.7}$$

3.2.5 การสรุปผลการทดลอง

จะพิจารณาความสามารถในการทำความร้อนที่สภาวะอากาศต่างๆ ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ และเปรียบเทียบความสามารถในการทำน้ำร้อนเมื่อทำการเปลี่ยนสีของแผงเก็บรังสี

3.3 ระบบการทำน้ำเย็น

3.3.1 ตัวแปรที่ศึกษา

ระบบการทำความเย็นจะศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำความเย็นดังนี้

(1) อัตราการไหลของน้ำ

(2) สีของแผงทำความเย็น

3.3.2 วิธีการทดลอง

(1) ติดตั้งระบบ ติดตั้งเครื่องมือวัด และระบบการบันทึกข้อมูล

(2) การวัดอุณหภูมิ ทำการวัดทุกๆ 1 นาที โดยวัดที่อุณหภูมิน้ำขาเข้า และขาออก วัดอุณหภูมิแผงรับแสงอาทิตย์ วัดอุณหภูมิท่อ วัดอุณหภูมิน้ำภายในถัง และอุณหภูมิบรรยากาศ

(3) เริ่มทำการทดลอง ที่ปริมาตร 1:30 ปรับอัตราการไหลเริ่มต้นที่ 0.03 kg/s พร้อมกับบันทึกอุณหภูมิน้ำขาเข้าและขาออก อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิแผงทำความเย็น อุณหภูมิของน้ำในถัง ทำการทดลองเป็นเวลา 8 ชั่วโมง โดยเริ่มทำการทดลองที่เวลา 18.00-02.00น. แล้วนำค่าที่ได้จากการทดลองไปคำนวณหาความเย็นที่ได้และสมรรถนะของระบบ

(4) ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ (3) โดยปรับอัตราการไหลเป็น 0.04 kg/s และ 0.05 kg/s ทั้งนี้อัตราการไหลอาจปรับเปลี่ยนได้ตามสภาวะแวดล้อม

3.3.3 การคำนวณ

ในการคำนวณจะใช้สมมติฐานดังนี้

(1) สมมติว่าอัตราการไหลมีค่าคงที่ตลอดการทดลอง

(2) ไม่คิดการกระจายอุณหภูมิของน้ำในถังเก็บ

(3) ค่าความจุความร้อนของน้ำ, ถังน้ำ, แผงทำความเย็นไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ

(4) ไม่คิดค่าการสูญเสียความร้อนด้านหลังของแผงทำความเย็น

(5) ไม่นำผลของมุมเอียงของแผงทำความเย็น และการบดบังของวัตถุมาพิจารณา

ในการคำนวณทางทฤษฎี จะใช้วิธีเดียวกันกับการทำน้ำร้อน แต่มีข้อแตกต่างกันคือ

สมรรถนะการทำความเย็นคำนวณได้จาก

$$\mathrm{COP} = \frac{\text{พลังงานความเย็นที่ทำได้}}{\text{พลังงานที่ปั๊มทำงาน}} \qquad (3.8)$$

3.3.4 การสรุปผล

จะพิจารณาความสามารถในการทำความเย็นที่อัตราการไหลต่างๆ และทำการเปรียบเทียบความสามารถในการทำความเย็นเมื่อทำการเปลี่ยนสีของแผงทำความเย็น