บทที่ 4

การปรับปรุงเครื่องอบแห้ง

ในงานวิจัยนี้ ส่วนของการปรับปรุงเครื่องอบแห้ง จะทำการออกแบบและติดตั้งแผงรับรังสีอาทิตย์ (solar collector) เพื่อเป็นการลดการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลในการอบแห้งรูปแบบเดิม โดยใช้แผงรับรังสีอาทิตย์ในการอุ่นอากาศ (air preheating) ในช่วงกลางวัน และใช้เป็นอากาศก่อนเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแทนอากาศอุณหภูมิแวดล้อม

1. <u>การออกแบบและคำนวณพื้นที่แผงรับรังสีอาทิตย์</u>

การการทดลองนี้ใช้แผงรับรังสีอาทิตย์ชนิดแผ่นเรียบ (flat plate solar collector) เป็นแบบมีชั้นอากาศนิ่งอยู่ด้านบน การคำนวณพื้นที่แผงรับรังสีอาทิตย์ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\eta = \frac{Q_u}{A_C G_T} = \frac{\dot{m} C_p \left(T_{f,i} - T_{f,o}\right)}{A_C G_T}$$

หรือ $$\dot{m}_a C_p \left(T_o - T_i\right) = \eta A_C G_T$$

เมื่อ η = ประสิทธิภาพแผงรับรังสี , (เศษส่วน)

A_C = พื้นที่แผงรับรังสีเฉพาะส่วนที่สามารถดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ , (m^2)

G_T = รังสีรวมที่ตกกระทบบนระนาบของตัวรับรังสี , (W/m^2)

C_p = ค่าความร้อนจำเพาะของอากาศ , (kJ/kg.K)

$\dot{m}_a$ = อัตราการไหลอากาศเชิงมวล , (kg/s)

T_o = อุณหภูมิออกจากแผงรับรังสี , (^oC)

T_i = อุณหภูมิเข้าแผงรับรังสี , (^oC)

ดังนั้นจะได้สมการคำนวณพื้นที่แผงรับรังสีอาทิตย์ คือ

$$A_c = \frac{\dot{m}_a C_p (T_o - T_i)}{\eta G_T}$$

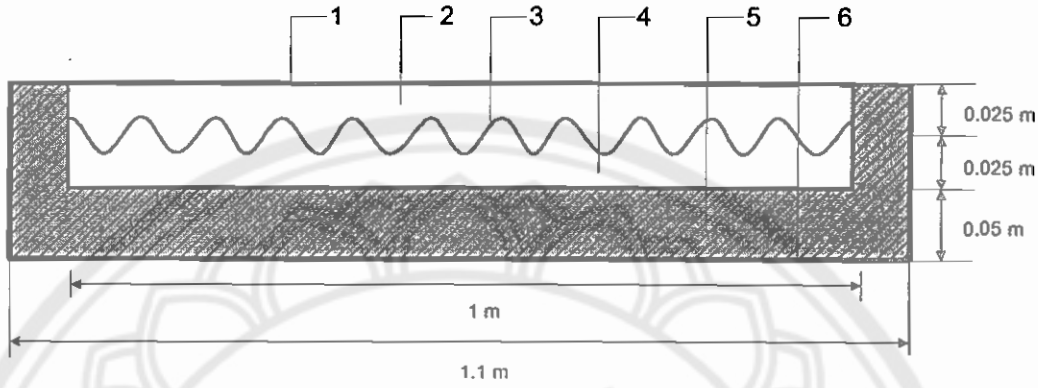
โดยกำหนดให้ประสิทธิภาพแผงรับรังสีอาทิตย์มีค่าเท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ ค่ารังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ย 700 W/m^2 หรือ 0.7 kW/m^2 ค่าอัตราการไหลอากาศเท่ากับ 0.198 kg/s ค่าความร้อนจำเพาะของอากาศที่อุณหภูมิ 27 °C เท่ากับ 1.006 kJ/kgK อุณหภูมิอากาศออกจากตัวรับรังสีอาทิตย์เท่ากับ 37.5 °C และอุณหภูมิอากาศเข้าแผงรับรังสีอาทิตย์เท่ากับ 27 °C จะสามารถคำนวณพื้นที่แผงรับรังสีอาทิตย์ได้เท่ากับ

$$A_C = \frac{0.198 \times 1.006 \times (37.5 - 27)}{0.6 \times 0.7}$$

$$= 4.79 \text{ m}^2$$

จากการคำนวณพื้นที่ตัวรับรังสีอาทิตย์ ได้เท่ากับ 4.79 m^2 ดังนั้นในการทดลองจึงสร้างแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ขนาด 5 m^2 แยกเป็น 2 ส่วน ส่วนละ 2.5 m^2 โดยต่อกันแบบขนาน มีชั้นอากาศนิ่งขนาด 2.5 cm ปิดด้วยกระจกใสหนา 5 mm 1 ชั้น และชั้นอากาศไหลขนาด 2.5 cm สำหรับตัวดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ (absorber) เลือกใช้สังกะสีลอนใหญ่ทาทับด้วยสีดำด้าน ส่วนด้านล่างบุด้วยฉนวน ไมโครไฟเบอร์หนา 50 mm และกรอบของแผงรับรังสีอาทิตย์ทำด้วยสังกะสีแผ่นเรียบทาสีดำด้านเช่นกัน ระหว่างแผงรับรังสีอาทิตย์กับเครื่องอบแห้งเชื่อมต่อด้วยท่ออากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 cm ยาว 7 เมตร หุ้มด้วยฉนวนไมโครไฟเบอร์หนา 50 mm ส่วนประกอบของแผงรับรังสีอาทิตย์มีรายละเอียด ดังภาพ 19

การทดลองอบแห้งหลังการปรับปรุงเครื่องอบแห้ง มีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากการอบแห้งก่อนปรับปรุงเครื่องอบแห้ง ซึ่งมีตำแหน่งการเก็บข้อมูลดังภาพ 20



1 แผ่นปิดใสด้านบน (transparent cover)

2 ช่องอากาศนิ่ง (air gap)

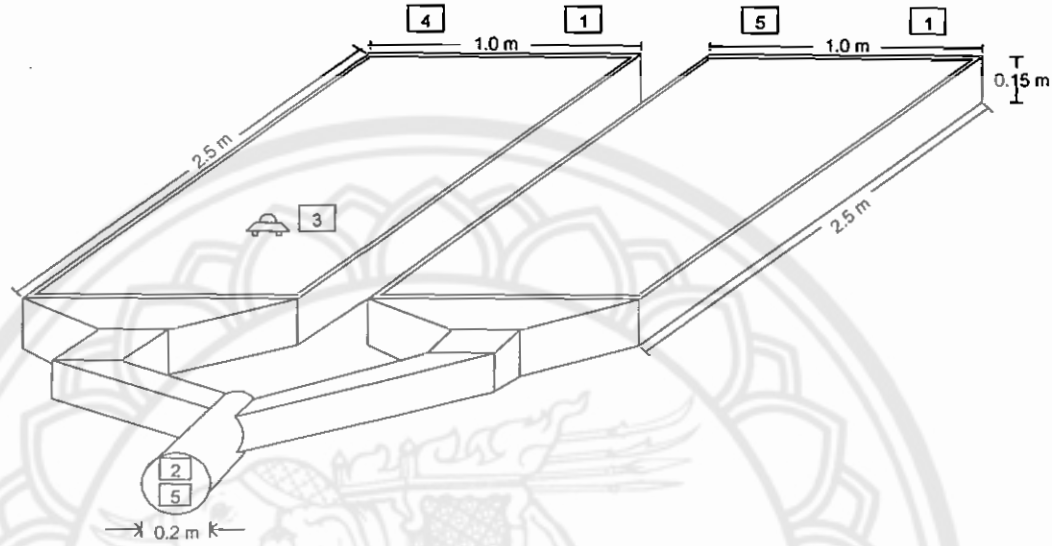
3 ตัวดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ (absorber)

4 ช่องอากาศไหล (air passages)

5 ฉนวนใยแก้ว (micro fiber glass insulator)

6 กรอบแผงรับรังสีอาทิตย์ (frame)

ภาพ 19 ภาคตัดขวางของแผงรับรังสีอาทิตย์



1 อุณหภูมิอากาศขาเข้าแผงรับรังสีอาทิตย์ (T_{ic})

2 อุณหภูมิอากาศขาออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ (T_{oc})

3 ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ (G_t)

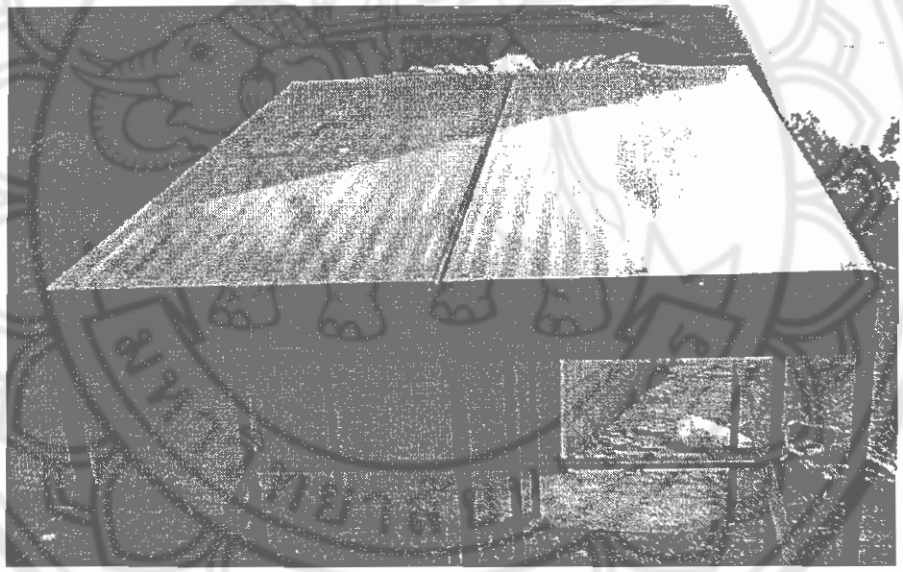
4 อัตราการไหลอากาศขาเข้าแผงรับรังสีอาทิตย์ ($\dot{m}_{ic}$)

5 อัตราการไหลอากาศขาออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ ($\dot{m}_{oc}$)

ภาพ 20 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและอัตราการไหลอากาศสำหรับแผงรับรังสีอาทิตย์

2. <u>การติดตั้งแผงรับรังสีอาทิตย์ และลักษณะการทำงาน</u>

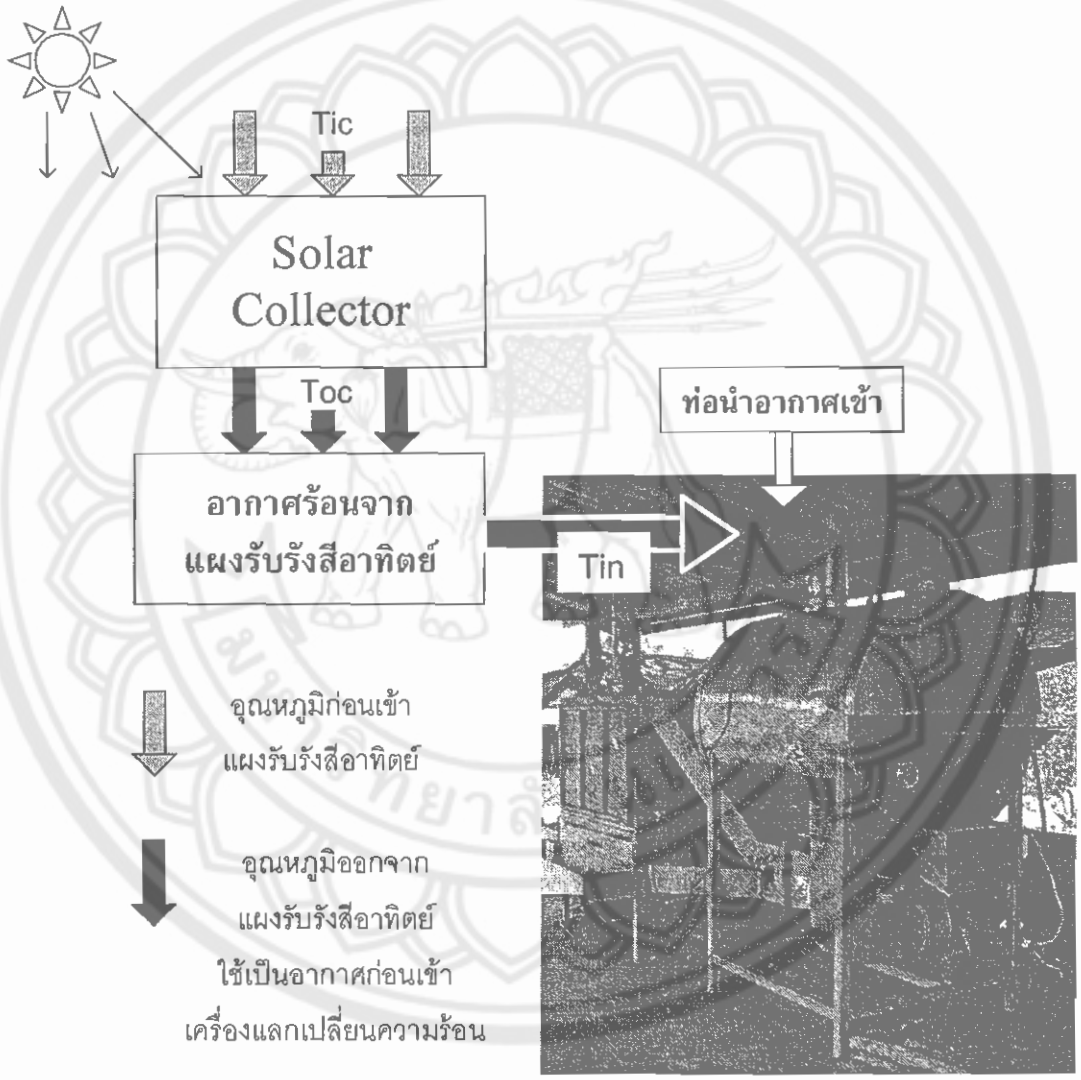
ในการติดตั้งแผงรับรังสีอาทิตย์จะต้องคำนึงถึงทิศทางการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ซึ่งควรวางในแนวทิศเหนือ-ใต้ เพื่อให้ได้รับแสงอาทิตย์ทั้งปี และมุมในการวางแผงรับรังสีอาทิตย์ เท่ากับ 17° กับแนวระนาบ การออกแบบแผงรับรังสีอาทิตย์มีพื้นที่รวมทั้งหมด 5 m^2 แยกเป็น 2 ส่วน ส่วนละ 2.5 m^2 ต่อขนานกัน มีท่อดึงอากาศออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ร่วมกันจุดเดียว และต่อเป็นท่อยาว 7 เมตร โดยหุ้มฉนวนหนา 5 mm ตลอดความยาวท่อเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน และต่อเข้ากับท่ออากาศเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ลักษณะการติดตั้งแผงรับรังสีอาทิตย์เข้ากับเครื่องอบแห้งมีลักษณะดังภาพ 21



ภาพ 21 แผงรับรังสีอาทิตย์ที่ใช้ในการทดลอง

ลักษณะการทำงานหลังการปรับปรุงเครื่องอบแห้ง ในการติดตั้งแผงรับรังสีอาทิตย์เข้ากับเครื่องอบแห้ง เพื่อใช้ในการอุ่นอากาศก่อนเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Tin) แทนการใช้อากาศที่อุณหภูมิแวดล้อม ลักษณะการทำงานของระบบหลังการปรับปรุงนั้น อากาศจะไหลเข้า

แผงรับรังสีอาทิตย์ทางด้านหน้าที่ช่องอากาศเข้าแผงรับรังสีอาทิตย์ (Tic) จะมีอุณหภูมิเท่ากันหรือใกล้เคียงกับอุณหภูมิแวดล้อม และอากาศจะไหลผ่านแผงรับรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิของอากาศที่ออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ (Toc) จะสูงขึ้นและนำไปใช้ในระบบอบแห้ง โดยระบบการทำงานเป็นไปดังภาพ 22



ภาพ 22 ลักษณะการทำงานของเครื่องอบแห้งหลังการปรับปรุง