

การศึกษาความเป็นไปได้ของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย

Feasibility Study of a Simple Solar Energy Water Still

สำราญ ภูบาล¹ พิชัย นามประกาย² และ ปรีดา จันทวงษ์³

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย (SSEWS) ทำการศึกษาพัฒนาเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายรูปแบบใหม่ไม่หุ้มฉนวนด้านข้าง เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการรับรังสีอาทิตย์ให้มากขึ้น อีกทั้งต้นทุนในการสร้างต่ำและง่ายต่อการบำรุงรักษา มีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบอ่าง ฝาครอบกระจกใสหนา 3 มิลลิเมตร เอียงลาดด้านเดียวทำมุม 14 องศา ส่วนด้านข้างและหลังเป็นแผ่นอะคริลิกใสหนา 4 มิลลิเมตร มีพื้นที่ผิวรับแสงอาทิตย์เป็นแผ่นทองแดงทาสีดำขนาดประมาณ 0.85 ตารางเมตร หนา 0.8 มิลลิเมตร โดยทำการเปรียบเทียบผลของอัตราการกลั่นและประสิทธิภาพระหว่างเครื่องกลั่น SSEWS กับเครื่องกลั่นแบบแนวนอน แนวตั้งอะคริลิกและแนวนอนกระจกใส และเปรียบเทียบกับแบบการคำนวณ จากการทดลองพบว่าเครื่องกลั่น SSEWS สามารถกลั่นน้ำได้อัตราการกลั่นเฉลี่ยรายวันและรายชั่วโมง 2.4 และ 0.2 ลิตรต่อตารางเมตร ตามลำดับโดยวันที่ทำการทดสอบมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยรายวัน 17.1 เมกะจูลต่อตารางเมตร จากการเปรียบเทียบผลของเครื่องกลั่น SSEWS กับเครื่องกลั่นแบบอื่น ๆ พบว่า แบบ SSEWS มีประสิทธิภาพสูงกว่าประมาณ 4.0 – 23.7 เปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ย และจากการเปรียบเทียบระหว่างการคำนวณกับการทดลอง พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้น จึงสามารถใช้แบบการคำนวณประมาณค่าต่าง ๆ ของระบบได้

คำสำคัญ : เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

Abstract

This article discusses a feasibility of a simple solar energy water still basin (SSEWS). The researchers developed a new simpler model without foam insulators on the side for more solar exposure results. At low costs, the developed model was also designed to be easy to maintain. The water still basin was equipped with a 14 degree inclined glass cover and with 4 millimeters thick acrylic plates on its sides and at the back. The solar exposure area was a 0.8 millimeters thick copper plate painted black with the area of 0.85 square meters. The results from the experiments revealed that, in comparing to horizontal still, vertical acrylic cover, and glass cover, the distillation rate from the SSEWS was found to be more efficient at approximately 4.0-23.7 percent. The daily and hourly distillation rates were approximately 2.4 and 0.2 liters per square meters, with a solar quantity of about 17.1 mega-joules per square meters on the experiment days. Moreover, the distillation rates gained from the calculations were found to be similar to the results from the experiments. Therefore, it can be concluded that the calculations can be used to predict the water still system.

Keywords : Solar Energy Water Still

¹ อาจารย์, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์และสังคม, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน, คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อมและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

³ อาจารย์, ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1. บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการดำรงชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานที่สามารถนำมาใช้ ก่อประโยชน์ได้ เช่น ให้แสงสว่างและความอบอุ่นแก่ร่างกาย ประยุกต์ใช้ เพื่อระบายอากาศภายในบ้าน การตากแห้งหรืออบแห้ง การทำน้ำร้อนด้วย พลังงานแสงอาทิตย์ [1] เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน โดยเฉพาะในด้านการ ประหยัดพลังงาน และไม่ก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

การกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาและ ทดลองกันอย่างแพร่หลายทั้งภายในและต่างประเทศ เช่น การศึกษา เปรียบเทียบตัวรับรังสีอาทิตย์ที่ติดตั้งในแนวราบและแนวตั้ง [2] และได้มี การศึกษาพัฒนาเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจกเอียงด้าน เดียวทำมุม 14 องศากับแนวราบ [3] ศึกษาเปรียบเทียบวัสดุฝาครอบ ระหว่างกระจก แผ่นอคริลิกและพลาสติกใส [4] เปรียบเทียบตำแหน่งการ ติดตั้งเครื่องกลั่นโดยหันหน้าเข้าสู่แนวเหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตก [5] และไม่ได้คำนึงถึงปริมาณแสงอาทิตย์รอบ ๆ โดยการปิดรอบข้างของ เครื่องกลั่นด้วยฉนวนทั้งหมดเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนจากภายใน เครื่องกลั่นออกสู่ด้านนอก ซึ่งอาจเป็นข้อเสียของระบบ จากการศึกษาที่ กล่าวมาเพื่อหาสมรรถนะหรือประสิทธิภาพการกลั่นที่ให้อัตราการกลั่น มากขึ้นและมีค่าใช้จ่ายสูง

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ของเครื่องกลั่นน้ำพลังงาน แสงอาทิตย์อย่างง่าย (Feasibility Study of a Simple Solar Energy Water Still : SSEWS) เป็นรูปแบบแนวใหม่ดังแสดงในรูปที่ 1 มีวัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบหาอัตราการกลั่นและประสิทธิภาพของเครื่องกลั่น เมื่อใช้ แผ่นอคริลิกใสแทนฉนวนทางด้านข้างและหลังเพื่อเปิดช่องทางการรับ แสงอาทิตย์ให้มากขึ้น และทำการเปรียบเทียบกับเครื่องกลั่นในลักษณะ อื่น ๆ ที่ให้ด้านข้างและหลังเป็นฉนวนปิดกั้นไม่ให้แสงอาทิตย์เข้าได้ อีก ทั้งเครื่องกลั่นแบบนี้ประกอบและสร้างง่าย มีต้นทุนต่ำ หากได้ ประสิทธิภาพที่ดีขึ้นหรือใกล้เคียงกับแบบที่เคยสร้างมาจะเป็นการลด ต้นทุนในการสร้างได้อีกแนวทางหนึ่ง

2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

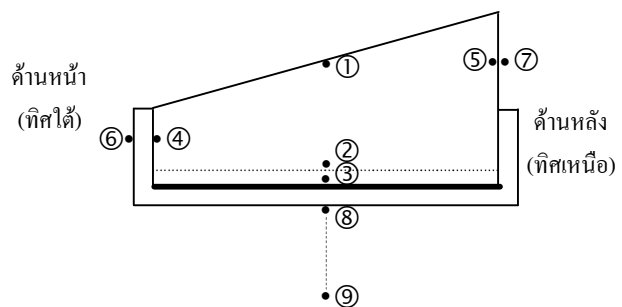
เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย ได้ทำการสร้างและ ทดสอบบนชั้นดาดฟ้าของตึก 63 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ลักษณะของเครื่องกลั่น เป็นแบบกระจกฝาครอบเอียงลาดด้านเดียว มีขนาด 650x1750 mm รายละเอียดอื่น ๆ มีดังนี้ พื้นที่ผิวตั้งสี่ ขนาด 520x1630 mm เป็นแผ่น ทองแดงหนา 0.8 mm ทาสีดำด้าน ฝาครอบเป็นกระจกหนา 3 mm วาง เอียงลาดด้านเดียวทำมุม 14 องศาจากพื้นระดับ ตั้งหันหน้าไปทางทิศใต้ ด้านข้างและหลังใช้แผ่นอคริลิกใสหนา 4 mm ปิดกั้นแทนฉนวน พื้นที่ ส่วนด้านหลังเท่ากับ 170x1750 mm ด้านใต้เครื่องกลั่นเป็นฉนวนโฟม

หนา 25.4 mm และมีขนาดเท่ากับขนาดของเครื่องกลั่น สำหรับอุปกรณ์ใน การวัดประกอบด้วย Pyranometer, Thermocouple type K, Data logger และ Anemometer

วิธีการทดลอง ตั้งเครื่องกลั่นหันด้านเอียงลาดของกระจกไปทางทิศใต้ เติมน้ำดิบเข้าเครื่องกลั่นสูงจากผิวผิวดัง 2 cm และควบคุมระดับน้ำให้ คงที่ตลอดเวลา ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 09.00 -18.00 น. ระหว่าง วันที่ 10 ธันวาคม 2545 – 15 มกราคม 2546 และบันทึกข้อมูลไว้ทุก ๆ 1 ชั่วโมง ค่าที่บันทึกได้แก่ ปริมาณน้ำกลั่น ค่ารังสีอาทิตย์ ความเร็วลม อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และอุณหภูมิตามจุดต่าง ๆ รวม 9 จุด ตามที่ได้ติดตั้ง สายเทอร์โมคัปเปิ้ลไว้ ดังแสดงในรูปที่ 2 การวัดปริมาณน้ำกลั่นที่กลั่นได้ โดยให้น้ำกลั่นไหลผ่านรางที่ติดตั้งไว้ภายในรอบเครื่องกลั่นและกักเก็บไว้ใน ภาชนะเพื่อทำการวัดปริมาตรเป็นรายชั่วโมงและรายวันต่อไป



รูปที่ 1 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย



รูปที่ 2 ตำแหน่งการติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิ้ล

จากรูปที่ 2 ตำแหน่งของการติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิ้ลเพื่อทำการวัด อุณหภูมิมีรายละเอียด ดังนี้

- (1) วัดอุณหภูมิผิวกลั่นตัว (T_g)
- (2) วัดอุณหภูมิผิวระเหย (T_w)
- (3) วัดอุณหภูมิผิวดูดรังสี (T_p)

- (4) วัดอุณหภูมิผิวอคริลิกหน้าเครื่องกลั่น (ทิสใต้) ภายในเครื่องกลั่น (T_{si})
- (5) วัดอุณหภูมิผิวอคริลิกหลังเครื่องกลั่น (ทิสเหนือ) ภายในเครื่องกลั่น (T_{su})
- (6) วัดอุณหภูมิผิวนวหน้าเครื่องกลั่น ภายนอกเครื่องกลั่น (T_{so})
- (7) วัดอุณหภูมิผิวอคริลิกหลังเครื่องกลั่น ภายนอกเครื่องกลั่น (T_{so})
- (8) วัดอุณหภูมิผิวนวใต้เครื่องกลั่น (T_b)
- (9) วัดอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (T_a)

$$D = \frac{0.926(T_{av} + 273)^{2.5} \times 10^6}{101.325(T_{av} + 518)} \quad (4)$$

$$Gr = \frac{L^3 \rho^2 g \beta \Delta T}{\mu^2} \quad (5)$$

$$B = \left[\frac{m_{wc} - m_{we}}{m_{wc} - 1} \right] \quad (6)$$

$$m_{wc} = \frac{W_c}{1 + W_c} \quad (7)$$

$$W_c = \frac{0.622 P_c}{P_T - P_c} \quad (8)$$

$$m_{we} = \frac{W_e}{1 + W_e} \quad (9)$$

$$W_e = \frac{0.622 P_e}{P_T - P_e} \quad (10)$$

3. ทฤษฎีหลักการงานและการคำนวณ

เมื่อแสงอาทิตย์ส่องผ่านกระจกฝาครอบมาตกกระทบบนแผ่นดูดรังสีที่ทำจากแผ่นทองแดงทาสีดำ แผ่นดูดรังสีนี้จะดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ทำให้เกิดการสะสมความร้อนเอาไว้และถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำดิบ อุณหภูมิของน้ำดิบจะสูงขึ้นจนกระทั่งระเหยกลายเป็นไอน้ำไปกระทบกับผิวกระจกฝาครอบด้านในที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเกาะเป็นฟิล์มบาง ๆ บนผิวกระจกฝาครอบด้านใน เมื่อหยดน้ำเกาะหนาขึ้นจะไหลไปตามแนวลาดเอียงของกระจกและไหลลงตามรางที่ติดตั้งไว้รอบเครื่องกลั่นไปรวมไว้ในภาชนะกักเก็บ

3.1 ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นสามารถบอกได้ด้วยอัตราส่วนระหว่างอัตราการถ่ายเทความร้อน โดยการระเหยและปริมาณรังสีที่ตกกระทบบนตัวรับรังสี [6]

$$\eta = \frac{\dot{m}'' h_{fg}}{(\alpha_{Cu} \tau_g) H_s} \times 100 \quad (1)$$

3.2 อัตราการกลั่น

อัตราการกลั่นรายชั่วโมงสามารถคำนวณได้จากทฤษฎีการถ่ายเทมวลของ Spalding ตามสมการ [7]

$$\dot{m}'' = g^* \ln(1+B) \quad (2)$$

เมื่อ $\dot{m}''$ คืออัตราการกลั่น และ g^* คือค่า mass transfer conductance สำหรับการถ่ายเทความร้อนบนผิวราบในแนวนอน สามารถคำนวณได้จาก [8]

$$g^* = \frac{0.095(Gr \times Sci)^{0.33} \rho D}{L} \quad (3)$$

3.3 อัตราพลังงานความร้อน

เครื่องกลั่นรับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ผ่านเข้ามาทางด้านบน ด้านหลังและด้านข้างทั้งสองด้าน อัตราพลังงานความร้อนที่น้ำได้รับจากทางด้านบนโดยผ่านกระจกฝาครอบ ด้านหลังและด้านข้างผ่านเข้ามาทางแผ่นอคริลิกใส สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้ [9]

$$q_{in,top} = \alpha_w \tau_g H_s A_g \quad (11)$$

$$q_{in,back} = \alpha_w \tau_{ac} H_h A_{ac} \quad (12)$$

ค่า H_s เป็นค่ารังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นราบ ซึ่งวัดได้จาก Pyranometer ส่วน H_h เป็นค่ารังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแนวตั้งฉากกับพื้นราบ มีความสัมพันธ์กับ H_s ด้วยมุมซิมิท ตามสมการ [9]

$$H_h = H_s \tan \theta_z \quad (13)$$

การพาความร้อนภายในเครื่องกลั่นโดยอากาศและโดยการระเหยรวมทั้งการแผ่รังสีความร้อน ขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนจากผิวระเหยไปยังผิวกลั่นตัว [6]

$$q_c = h_c(T_w - T_g)A_w \quad (14)$$

$$q_c = h_c(T_w - T_g)A_w \quad (15)$$

$$q_r = h_r(T_w - T_g)A_w \quad (16)$$

$$h_c = 0.884 \left[(T_w - T_g) + \frac{(P_w - P_g)(T_w + 273)}{(268.9 - P_w)} \right]^{1/3} \quad (17)$$

$$h_c = 16.273 h_c \frac{(P_w - P_g)}{(T_w - T_g)} \quad (18)$$

$$h_r = \epsilon_w \sigma \left[\frac{(T_w + 273)^4 - (T_g + 273)^4}{(T_w - T_g)} \right] \quad (19)$$

เครื่องกลั่นเกิดการสูญเสียความร้อนที่ด้านบนกระบอกภาครอบมากที่สุด ส่วนทางด้านหลังที่เป็นแผ่นอคริลิกใสมีการสูญเสียรองลงมา เป็นตามสมการ นอกจากนั้นด้านที่เป็นฉนวนมีการสูญเสียความร้อนออกไปบ้าง ประกอบด้วยทางด้านล่างและหน้าเครื่องกลั่น มีค่าเป็นไปตามสมการ [9]

$$q_{L,top} = [h_{cg}(T_g - T_a) + h_{rg}(T_g - T_a)] A_g \quad (20)$$

$$q_{L,back} = [h_{c,back}(T_{back} - T_a) + h_{r,back}(T_{back} - T_a)] A_{back} \quad (21)$$

$$q_{L,bottom} = U_{bottom} (T_w - T_a) A_{in,bottom} \quad (22)$$

$$q_{L,front} = U_{front} (T_w - T_a) A_{in,front} \quad (23)$$

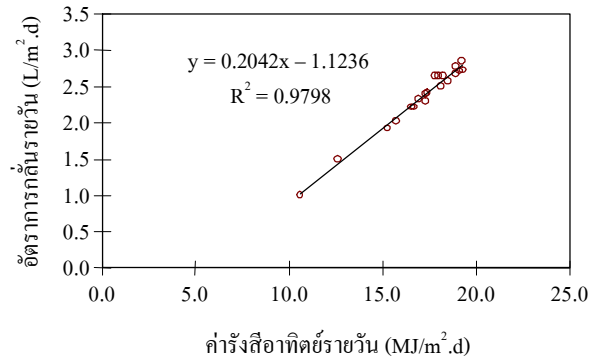
$$U = \left[\frac{L}{k} + \frac{1}{(h_c + h_r)} \right]^{-1} \quad (24)$$

$$h_c = 2.8 + 3V \quad (25)$$

$$h_r = \epsilon \sigma \left[\frac{(T + 273)^4 - (T_a + 273)^4}{(T - T_a)} \right] \quad (26)$$

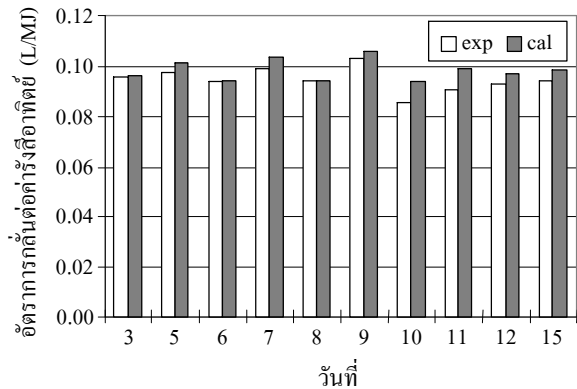
4. ผลการทดลอง

4.1 เปรียบเทียบผลการทดลองกับผลการคำนวณ



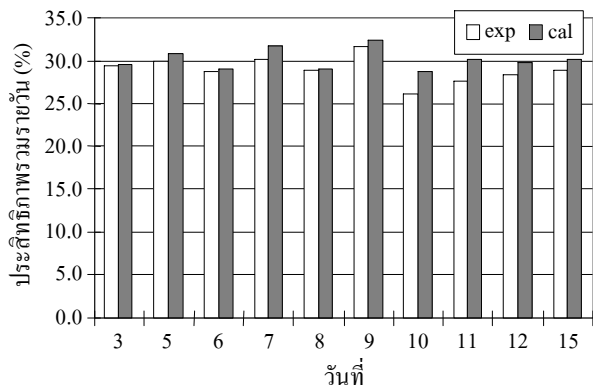
รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ของอัตราการกลั่นกับค่ารังสีอาทิตย์รายวัน
(10 ธันวาคม 2545 - 15 มกราคม 2546)

จากกราฟรูปที่ 3 แสดงให้เห็นว่าผลการทดลองนี้ได้อัตราการกลั่นรายวันสอดคล้องเป็นสมการเชิงเส้นตรงกับค่ารังสีอาทิตย์รายวัน และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับผลการคำนวณจะได้ดังกราฟรูปที่ 4 และ 5



รูปที่ 4 อัตราการกลั่นต่อค่ารังสีอาทิตย์จากการทดลองและคำนวณ
(3 - 15 มกราคม 2546)

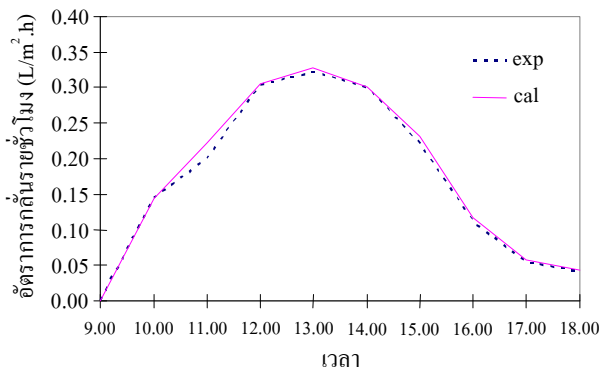
จากกราฟรูปที่ 4 ได้อัตราส่วนของอัตราการกลั่นต่อค่ารังสีอาทิตย์เปรียบเทียบกับผลการคำนวณโดยทฤษฎีการถ่ายเทมวล ได้ผลใกล้เคียงกัน มีค่าเฉลี่ยจากการทดลอง และการคำนวณเท่ากับ 0.0946 L/MJ และ 0.0984 L/MJ ตามลำดับ ค่าจากการคำนวณมากกว่า 3.86 % วันที่ได้ผลดีที่สุด คือ วันที่ 9 มกราคม 2546



รูปที่ 5 ประสิทธิภาพพรมวลวันจากการทดลองและคำนวณ
(3 - 15 มกราคม 2546)

จากกราฟรูปที่ 5 เป็นประสิทธิภาพพรมวลวันเปรียบเทียบจากการทดลองและการคำนวณ ค่าเฉลี่ยจากการทดลองและคำนวณเท่ากับ 28.94 % และ 30.09 % ตามลำดับ ค่าจากการคำนวณมากกว่า 3.82 % วันที่ได้ผลดีที่สุด คือ วันที่ 9 มกราคม 2546

ผลจากการทดลองและคำนวณของวันที่ 9 มกราคม 2546 ตั้งแต่เวลา 9.00-18.00 น. ได้อัตราการกลั่นเฉลี่ยรายชั่วโมงเท่ากับ 0.189 L/m².h และ 0.194 L/m².h ตามลำดับ นำมาเปรียบเทียบกันด้วยกราฟตามรูปที่ 6 ผลการทดลองได้น้อยกว่าการคำนวณ 4.4 % โดยเฉลี่ย

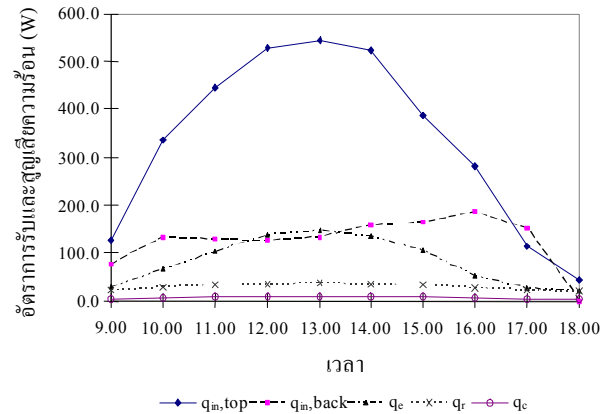


รูปที่ 6 อัตราการกลั่นรายชั่วโมงจากการทดลองและคำนวณ
(9 มกราคม 2546)

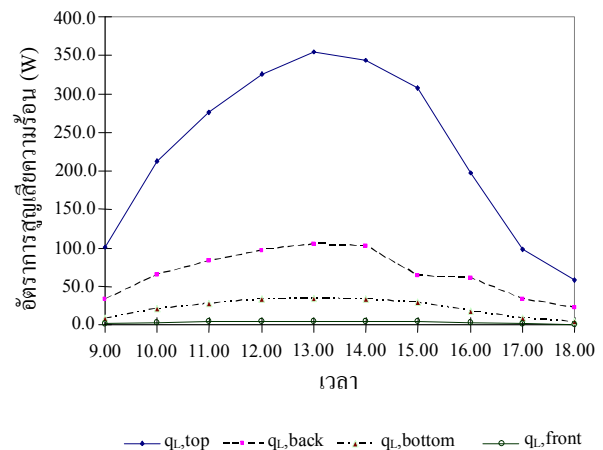
4.2 เปรียบเทียบการรับและสูญเสียความร้อนภายในเครื่องกลั่น

ความร้อนที่น้ำในเครื่องกลั่นได้รับมีสองทางคือความร้อนซึ่งเกิดจากรังสีอาทิตย์ตกตั้งฉากกับแผ่นรับรังสีความร้อนที่ผ่านเข้ามาทางด้านบน กระฉกฝาครอบ อีกทางหนึ่งเกิดจากรังสีในแนวนอนกับพื้นโลกในช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนตัวต่ำลงมา ซึ่งคิดค่ารังสีที่ผ่านเข้ามาทางแผ่น

อคริลิกโปร่งแสงเป็นการรับความร้อน ส่วนการสูญเสียความร้อนเฉพาะภายในเครื่องกลั่นเกิดจากการพาความร้อนโดยอากาศ การพาความร้อนโดยการระเหย และการแผ่รังสีความร้อนดังกราฟรูปที่ 7



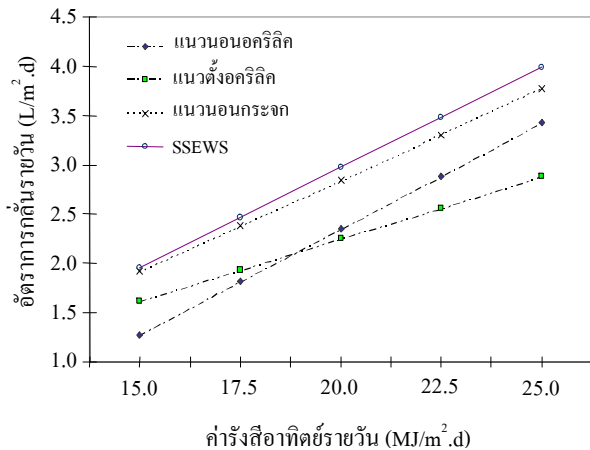
รูปที่ 7 อัตราการรับและสูญเสียความร้อนภายในเครื่องกลั่น
(9 มกราคม 2546)



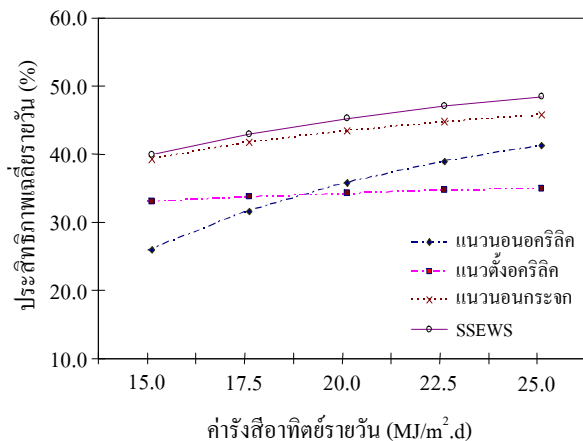
รูปที่ 8 อัตราการสูญเสียความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อม
(9 มกราคม 2546)

ความร้อนที่เครื่องกลั่นได้รับมีการสูญเสียออกไปได้ทุกทิศทาง ป้องกันการสูญเสียความร้อนได้โดยการปิดกั้นด้วยฉนวนโฟม งานวิจัยนี้ได้คำนวณไว้เฉพาะด้านใต้และหน้าเครื่องกลั่น ส่วนทางด้านข้างและหลังใช้แผ่นอคริลิกใสเพื่อให้แสงอาทิตย์ผ่านได้ ความร้อนที่สูญเสียออกในช่วงเวลาต่าง ๆ แสดงได้ด้วยกราฟตามรูปที่ 8

4.3 เปรียบเทียบกับเครื่องกลั่นในลักษณะอื่น ๆ



รูปที่ 9 เปรียบเทียบอัตราการกลั่นรายวันของเครื่องกลั่นแต่ละแบบ



รูปที่ 10 เปรียบเทียบประสิทธิภาพเฉลี่ยรายวัน

ผลการทดลองและเปรียบเทียบกับเครื่องกลั่นในลักษณะอื่น ๆ ได้ อัตราการกลั่นรายวันและประสิทธิภาพเฉลี่ยรายวันดังกราฟรูปที่ 9 และ 10 ตามลำดับ อัตราการกลั่นเฉลี่ยรายวันของเครื่องกลั่นตามแบบงานวิจัยนี้ เท่ากับ 2.365 L/m².d ที่ปริมาณรังสีอาทิตย์เฉลี่ยรายวัน 17.084 MJ/m².d มีประสิทธิภาพเฉลี่ยรายวัน 44.7% เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องกลั่นแนวนอน, แนวตั้งฝาครอบเป็นแผ่นอคริลิก และแบบแนวนอนฝาครอบเป็นกระຈกได้สูงกว่า 22.4 %, 23.7 % และ 4.0 % ตามลำดับ

5. สรุป

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์รูปแบบใหม่นี้มีอัตราการกลั่นและประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องกลั่นแบบที่ใช้ฝาครอบเป็นแผ่นอคริลิกซึ่งปิดด้านรอบเครื่องกลั่นเป็นฉนวนทั้งหมด แต่เครื่องกลั่นที่ใช้ฝาครอบเป็นกระຈกและด้านข้างเป็นฉนวนทั้งหมดกับเครื่องกลั่นตามแบบงานวิจัยนี้มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากใช้กระຈกเป็นฝาครอบเช่นเดียวกัน เพราะเนื่องจากกระຈกมีค่าการส่งผ่านความร้อนได้ดีกว่าอคริลิก ดังนั้นถ้ามีการพัฒนา หรือ ทดลองวิจัยต่อไป เครื่องกลั่นตามลักษณะนี้สามารถดัดแปลงเปลี่ยนจากแผ่นอคริลิกในครอบข้างเครื่องกลั่นเป็นแผ่นกระຈกแทน อัตราการกลั่นน่าจะสูงขึ้นด้วย จากการวิจัยยังได้พบอีกว่า ประสิทธิภาพการกลั่นของเครื่องกลั่นดีมากเมื่อมีความเข้มแสงอาทิตย์ในปริมาณสูง ในช่วงเวลา กลางคืนหรือเมื่อไม่มีแสงอาทิตย์ฉนวนจะมีบทบาทสำคัญในการเก็บกัก ความร้อนเพื่อให้เครื่องกลั่นสามารถกลั่นได้ แต่หากเทียบกับเวลาที่ เครื่องกลั่นได้รับแสงอาทิตย์อย่างเต็มที่ในทุกทิศทางจะทำให้เกิดอัตราการ กลั่นได้มากกว่า

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่อนุญาตให้ใช้อุปกรณ์ และ สถานที่ในการสร้างและทดสอบชุดทดลอง

เอกสารอ้างอิง

1. จงจิตร หิรัญลาภ, ปรีดา จันทวงษ์ และ โจเซฟ เคาเดรี. “เครื่องทำ น้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายสำหรับประเทศไทย”วารสาร วิจัยและพัฒนา มจร., ปีที่ 23, ฉบับที่ 3, กันยายน-ธันวาคม 2543, หน้า 109-120.
2. ทองใบ อรรถเศรษฐ. เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในแนวตั้งแบบ แผ่นราบ, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2524, หน้า 82-93.
3. อนนท์ โพธิ์หอม. เครื่องกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์, วิทยานิพนธ์ ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี, 2520, หน้า 68.
4. Wibulswas, P., “Review of Research & Development on Solar Distillation in Thailand.” Renewable Energy Review Journal, Vol. 6, No. 2, 1984, pp. 101–110.

5. สมยศ ทัดเทียม. การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2525, หน้า ก.
6. Dunkle, R.V. "Solar Water Distillation: the Roof Type Still and a Multiple Effect Diffusion Still." International Heat Transfer Coefficient, Univ. of Colorado, 1961, pp. 895-902.
7. Spalding, D.B., Convection Mass Transfer, London, Edward Arnold, 1963.
8. ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์. การถ่ายเทมวลและการเผาไหม้, ราชบัณฑิตยสถาน, 2529, หน้า 39-41.
9. Namprakai P., "Long-Term Performance Estimation of Solar Water Still Based on Utilizability Function." วารสารวิจัยและพัฒนา มจร., ฉบับที่ 1, 1999, หน้า 19-28.

รายการสัญลักษณ์

- A = พื้นที่, m^2
- B = mass transfer driving force
- D = สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของมวลน้ำในอากาศ, m^2/s
- Gr = Grashof Number
- g = mass transfer conductance, $kg/m^2.s$
= ความเร่งโน้มถ่วงของโลก, $9.8 m/s^2$
- g^* = mass transfer conductance, $kg/m^2.s$
- H_h = รังสีอาทิตย์รายวันบนพื้นที่ตั้งฉากกับพื้นราบ, $MJ/m^2.d$
- H_s = รังสีอาทิตย์รายวันบนพื้นราบ, $MJ/m^2.d$
- h_c = สัมประสิทธิ์การพาความร้อนโดยอากาศจากผิวระเหยไปยังผิวกลั่นตัว, $W/m^2.K$
- h_{cg} = สัมประสิทธิ์การพาความร้อนจากกระจกไปยังสิ่งแวดล้อม, $W/m^2.K$
- h_e = สัมประสิทธิ์การพาความร้อนโดยการระเหยจากผิวระเหยไปยังผิวกลั่นตัว, $W/m^2.K$
- h_{fg} = ความร้อนแฝงการกลายเป็นไอของน้ำ, kJ/kg
- h_r = สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนจากผิวระเหยไปยังผิวกลั่นตัว, $W/m^2.K$
- h_{rg} = สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนจากกระจกไปยังสิ่งแวดล้อม, $W/m^2.K$
- L = ระยะเฉลี่ยระหว่างผิวคู่ครั้งสี่กับกระจก, m
- m_w = อัตราการระเหยของน้ำ, kg/s
= สัดส่วนโดยมวลของน้ำ
- $\dot{m}''$ = อัตราการกลั่น, $L/m^2.h, L/m^2.d$

- P = ความดันไอน้ำอิ่มตัว, kPa
- P_T = ความดันบรรยากาศ, 101.3 kPa
- q = อัตราพลังงานความร้อน, W
- q_c = อัตราการพาความร้อนโดยอากาศภายในเครื่องกลั่น, W
- q_e = อัตราการพาความร้อนโดยการระเหยภายในเครื่องกลั่น, W
- q_L = อัตราการสูญเสียความร้อน, W
- q_r = อัตราการแผ่รังสีความร้อนภายในเครื่องกลั่น, W
- Sci = Schmidt Number, 0.6
- T = อุณหภูมิ, อุณหภูมิเฉลี่ย, $^{\circ}C, K$
- U = สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนรวม, $W/m^2.K$
- V = ความเร็วลม, m/s
- W = ความชื้นจำเพาะ
- α = ค่าการดูดกลืนรังสี
- β = สัมประสิทธิ์การขยายตัวโดยปริมาตรของน้ำ, K^{-1}
- ϵ = ค่าการแผ่รังสี
- η = ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่น, %
- μ = ความหนืดสัมบูรณ์ของไอน้ำ, $kg/m.s$
- ρ = ความหนาแน่นของไอน้ำผสมอากาศ, kg/m^3
- σ = Stefan-Boltzmann constant, $5.669 \times 10^{-8} W/m^2.K^4$
- τ = ค่าการส่งผ่านความร้อน

ตัวกำกับล่าง

- a = สิ่งแวดล้อม
- ac = แผ่นอลูมิเนียม
- av = ค่าเฉลี่ย
- b = ด้านล่างเครื่องกลั่น
- back = ด้านหลังเครื่องกลั่น
- bottom = ด้านใต้เครื่องกลั่น
- Cu = ทองแดง
- c = ผิวกลั่นตัว
- cal = การคำนวณ
- e = ผิวระเหย
- exp = การทดลอง
- front = ด้านหน้าเครื่องกลั่น
- g = ผิวกระจก
- in = การรับความร้อน
- L = การสูญเสียความร้อน
- top = ด้านบนเครื่องกลั่น